

Das Kieferbasis- und Apikalbasisdreieck bei der Distalbißbehandlung mit funktionskieferorthopädischen Geräten

Eine röntgenkephalometrische Studie

Inaugural-Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde

Des Fachbereichs Humanmedizin

Der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Kerstin Kötter-Jelitte

aus Essen

Gießen 1999

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Abteilung Kieferorthopädie

Leiter: Prof. Dr. Pancherz

des Klinikums der Justus-Liebig-Universität Gießen

Gutachter: Prof. Dr. Pancherz

Gutachter: Prof. Dr. Dr. Herget

Tag der Disputation: 25. Mai 2000

Meinem Mann und meinen Eltern gewidmet

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 EINLEITUNG	1
1.1 Der Aktivator	2
1.2 Die Bass-Apparatur	3
1.3 Die Herbst-Apparatur	5
2 ZIEL DER UNTERSUCHUNG	9
3 PATIENTENGUT	10
3.1 Aktivator-Gruppe	10
3.2 Bass-Gruppe	11
3.3 Herbst-Gruppe	12
3.4 Kontrollgruppe (Bolton-Standards)	12
4 METHODE	13
4.1 Auswertung der Fernröntgenbilder des Kopfes (FRS)	13
4.2 Kephalometrische Punkte	15
4.3 Kieferbasis- und Apikalbasisdreieck	17
4.3.1 Lineare Variablen	17
4.3.2 Anguläre Variablen	19
4.3.3 Flächenvariablen	21
4.4 Statistische Methoden	22
4.5 Bestimmung des Methodenfehlers	23
5 ERGEBNISSE	24
5.1 Kontrollgruppe (Bolton-Standards)	25
5.2 Aktivator-Gruppe	28
5.3 Bass-Gruppe	34
5.4 Herbst-Gruppe	41
5.5 Gegenüberstellung der Patientengruppen	52

5.5.1	Aktivator-Gruppe / Bolton-Standards	53
5.5.2	Bass-Gruppe / Bolton-Standards	56
5.5.3	Herbst-Gruppe / Bolton-Standards	59
5.5.4	Patientengruppen bei T1	64
5.5.5	Patientengruppen bei T2	66
5.5.6	Patientengruppen bei T3	67
5.5.7	Patientengruppen bei T4	69
6	DISKUSSION	70
6.1	Patientengut	70
6.2	Methode	72
6.3	Ergebnisse	72
7	SCHLUSSFOLGERUNG	83
8	ZUSAMMENFASSUNG	84
9	SUMMARY	87
10	LITERATURVERZEICHNIS	90
11	ANHANG	98

1 EINLEITUNG

Der klassische Distalbiß vom Typ Angle Klasse II:1⁶ zeichnet sich durch eine Distalrelation des unteren gegenüber dem oberen Zahnbogen, einem vergrößerten horizontalen (Overjet) und vertikalen (Overbite) Überbiß aus (Abb. 1). Weiterhin sieht man oft eine Klasse II Kieferlagebeziehung mit einem großen ANB-Winkel und einer reduzierten unteren Gesichtshöhe²⁸. Das Ziel der Therapie dieser Dysgnathie ist es, den Overjet und den Overbite sowie die sagittale und vertikale Kieferrelation zu normalisieren. Dabei sind u.a. der Aktivator⁵, die Herbst-Apparatur^{25,35} und die Bass-Apparatur⁷ sehr effektiv.

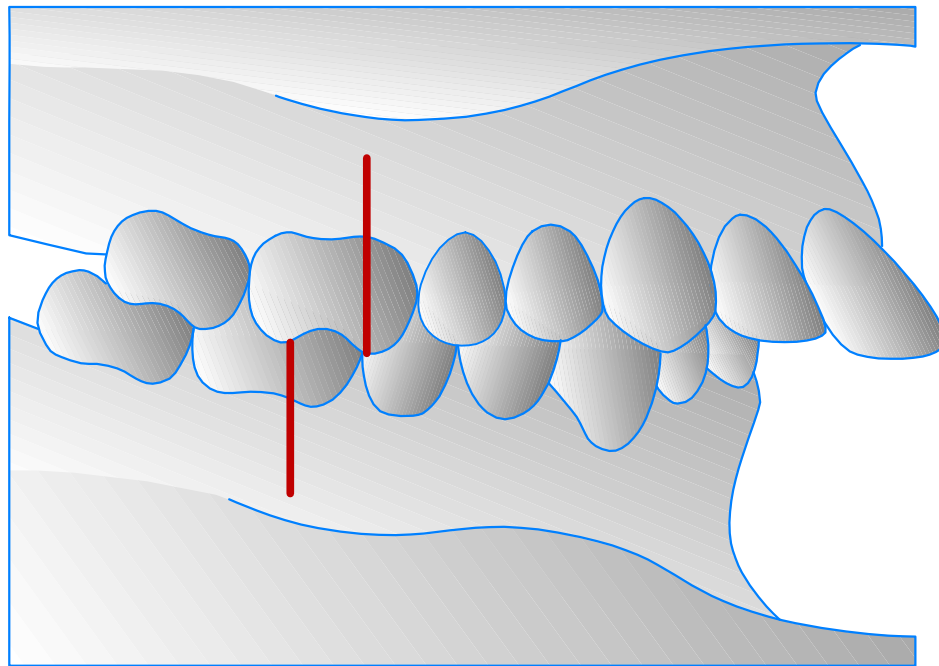


Abb. 1: Die Angle Klasse II:1⁶⁰

1.1 Der Aktivator

Der Aktivator (Abb. 2) ist das älteste und bekannteste funktionsorthopädische (FKO) Gerät⁵. Er ist herausnehmbar, ohne Halteelemente und liegt den Zähnen spannungsfrei an. Der Aktivator wirkt im Ober- und Unterkiefer gleichzeitig. Durch den Zusammenbiß und die dadurch gesteigerte Muskelaktivität werden gezielt Kräfte auf die Zähne, Parodontien, den Alveolarfortsatz, Kieferknochen und Kiefergelenke übertragen. Die Kiefermuskulatur wird zur verstärkten Aktivität angeregt, teils durch Anstieg der Kontraktionshäufigkeit und teils durch passiven Spannungsanstieg^{1,5,18,29}. Durch gezieltes Einschleifen von Eruptions- und Führungsfurchen der Kunststoffbasisplatte des Aktivators können dreidimensionale Zahnbewegungen durchgeführt werden. Proklinierte Frontzähne werden mit einem Labialbogen retrokliniert.

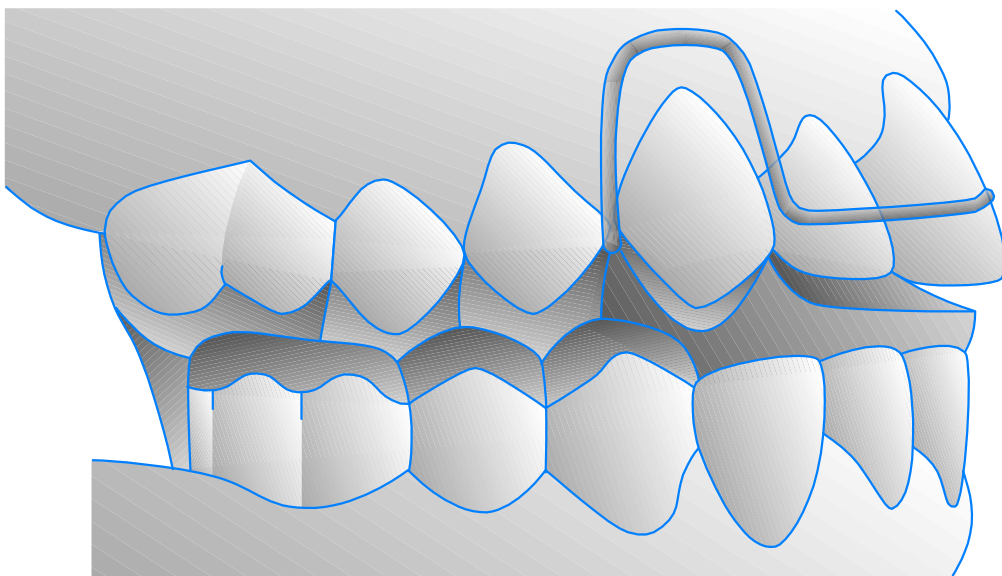


Abb. 2: Der Aktivator³⁹

1.2 Die Bass-Apparatur

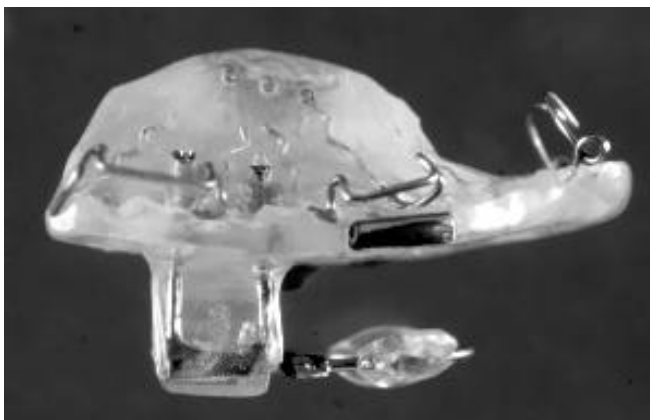
Die Bass – Apparatur^{8,9} wirkt durch drei separate Mechanismen: Dem maxillären Mechanismus, zur Beseitigung der Interkuspidation und zur Hemmung des Oberkieferwachstums, dem mandibulären Mechanismus für ein gesteuertes Unterkieferwachstum und den Weichgewebsschildern zur Interaktion mit der buccolabialen und labialen Muskulatur.

Die Oberkieferapparatur besteht aus einer Basisplatte aus Acryl, die den harten Gaumen vollständig bedeckt. Sie ist an den Seitenzähnen mittels modifizierten Adamsklammern befestigt. Eine Torquefeder an den mittleren Schneidezähnen steigert die Retention und übt eine Torquekontrolle der mittleren Frontzähne aus (Abb. 3). Mittels Röhrchen an der Platte im Bereich der Prämolaren kann ein extraoraler Zug (High-Pull-Headgear) auf jeder Seite appliziert werden.

Soll das Wachstum des Unterkiefers gefördert werden, wird eine Verbindung mit Stahlröhrchen von der Basisplatte zum Unterkiefer hergestellt. Eine linguale Kunststoffpelotte zwingt den Unterkiefer in eine anteriore Lage.



(a)



(b)



(c)

Abb. 3: Bass-Apparatur⁴⁴
a) intraorale Ansicht der maxillären Schiene mit Torquefeder auf den mittleren Schneidezähnen
b) maxilläre Schiene mit mandibulärem Mechanismus
c) High-pull Headgear

1.3 Die Herbst-Apparatur

Die Herbst – Apparatur^{23,35} ist ein festsitzendes FKO-Gerät zur Stimulierung des Unterkieferwachstums (Abb. 4). Ein Teleskopmechanismus, (bestehend aus Gleitstange und Führungsrohr) auf jeder Seite des Kiefers hält die Mandibula in eine kontinuierlich nach anterior versetzte Position. Alle Funktionen des Unterkiefers (Sprechen, Kauen, Schlucken, Kieferschluß) werden in dieser Unterkieferlage durchgeführt. Die Scharnierachsen des Teleskopmechanismus werden im Bereich der ersten bleibenden Molaren des Oberkiefers und den ersten Prämolaren des Unterkiefers an Bändern befestigt. Im Vergleich zum Aktivator und der Bass-Apparatur hat die Herbst-Apparatur den Vorteil, daß sie 24 Stunden wirkt und daß man nicht von den Patientenmitarbeit abhängig ist

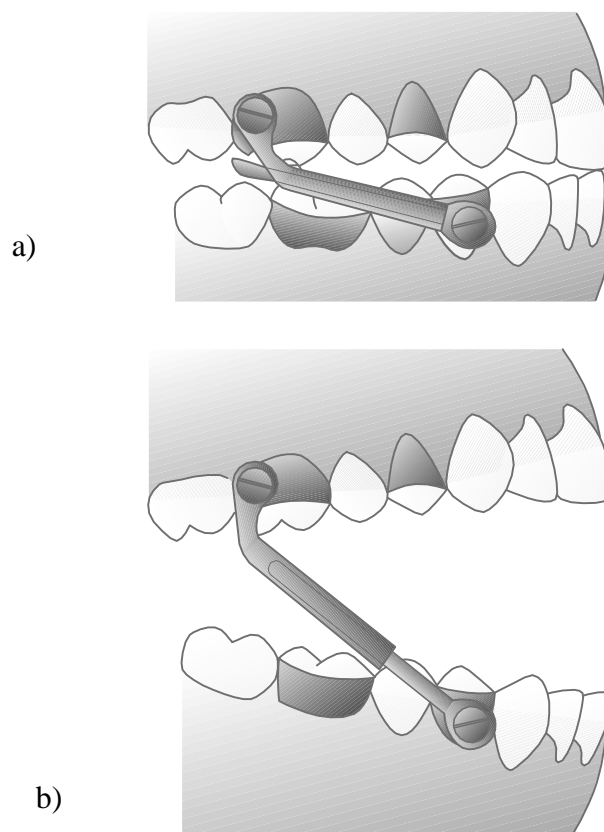


Abb. 4: Die Herbst Apparatur³⁷
a) beim Zusammenbeißen, b) bei Mundöffnung

In einer Anzahl von Studien ist die Wirkung des Aktivators^{3,4,34,39,61}, der Bass^{7,8,9,33,44} und der Herbst-Apparaturen^{20,21,35,37,38,41,46} untersucht worden. Zusammenfassend werden die verschiedenen Anomaliesymptome der Angle Klasse II:1 durch die Geräte wie in den Tabellen 1-4 schematisch dargestellt beeinflusst.

Tabelle 1: Mechanismus der Overjetkorrektur bei der Aktivator-, Bass- und Herbst-Behandlung

Mechanismus	Overjetkorrektur		
	Aktivator	Bass	Herbst
Stimulierung Unterkieferwachstum	(+)	+	+
Hemmung Oberkieferwachstum	+	+	(+)
Proklination Unterkieferfrontzähne	(+)	+	++
Retroklination Oberkieferfrontzähne	+	+	+

0: keine Wirkung, (+): fragliche Wirkung, +: deutliche Wirkung, ++: ausgeprägt deutliche Wirkung

Tabelle 2: Mechanismus der Overbiterkorrektur bei der Aktivator-, Bass- und Herbst-Behandlung

Mechanismus	Overbiterkorrektur		
	Aktivator	Bass	Herbst
Intrusion Oberkieferfrontzähne	0	0	0
Intrusion Unterkieferfrontzähne	0	0	+
Extrusion Oberkieferseitenzähne	+	+	0
Extrusion Unterkieferseitenzähne	+	+	+
Proklination Unterkieferfrontzähne	0	0	+

0: keine Wirkung, (+): fragliche Wirkung, +: deutliche Wirkung, ++: ausgeprägt deutliche Wirkung

Tabelle 3: Mechanismus der Korrektur der Distalokklusion bei der Aktivator-, Bass- und Herbst-Behandlung

Mechanismus	Korrektur der distalen Zahnbogenrelation		
	Aktivator	Bass	Herbst
Stimulierung Unterkieferwachstum	(+)	+	+
Hemmung Oberkieferwachstum	+	+	(+)
Mesialisierung Unterkieferzähne	+	+	+
Distalisierung Oberkieferzähne	+	+	++

0: keine Wirkung, (+): fragliche Wirkung, +: deutliche Wirkung, ++: ausgeprägt deutliche Wirkung

Tabelle 4: Mechanismus der Korrektur der Klasse II Kieferlage bei der Aktivator-, Bass- und Herbst-Behandlung

Mechanismus	Korrektur der Klasse II Kieferlage		
	Aktivator	Bass	Herbst
Stimulierung Unterkieferwachstum	(+)	+	+
Hemmung Oberkieferwachstum	+	+	(+)

0: keine Wirkung, (+): fragliche Wirkung, +: deutliche Wirkung, ++: ausgeprägt deutliche Wirkung

Auch wenn bei den drei vorgestellten Apparaturen die sagittalen und vertikalen Behandlungsveränderungen voneinander abhängig sind, werden sie in der Literatur immer getrennt analysiert. Dies gilt sowohl für den Aktivator^{2,3,4,34,39}, als auch für die Herbst – Apparatur^{37,38} und die Bass - Apparatur^{32,44}.

2 ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Das Ziel dieser Untersuchung war es, die sagittalen und vertikalen Kieferwachstumsveränderungen **als Ganzes** bei der Aktivator-, Herbst- und Bass – Behandlung röntgenkephalometrisch zu erfassen und die drei Behandlungsmethoden miteinander zu vergleichen. Dabei wurde ein Kieferbasis- und Apikalbasisdreieck (siehe Methode) konstruiert und analysiert.

3 PATIENTENGUT

Grundlage für die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen waren kieferorthopädische Patienten mit Distalbiß vom Typ Angle II:1 mit Tiefbiß. Diese wurden ausschließlich mit Apparaturen vom Typ Aktivator, Bass- oder Herbst-Apparatur behandelt.

3.1 Aktivator-Gruppe

Die Aktivator-Gruppe bestand aus insgesamt 31 ausgewählten Patienten - 17 weibliche und 14 männliche – die erfolgreich mit dem Aktivator behandelt wurden. Die Behandlungszeit betrug 2 – 3 Jahre. Das durchschnittliche Alter der Patienten bei Behandlungsbeginn und -ende ist der Tabelle 5 zu entnehmen. 13 Patienten stammten aus der kieferorthopädischen Abteilung der Zahnklinik in Gießen, 18 aus der kieferorthopädischen Abteilung der odontologischen Fakultät in Malmö / Schweden.

Tabelle 5: Durchschnittsalter der Patienten der Aktivator – Gruppe

Zeitpunkt	Durchschnittsalter (Jahre)		
	männlich (n=14)	weiblich (n=17)	gesamt (n=31)
Behandlungsbeginn	11,2	10,4	10,8
Behandlungsende (nach 3-jähriger Behandlung)	13,9	13,0	13,5

3.2 Bass-Gruppe

Die Bass-Gruppe bestand aus 17 männlichen Patienten. Alle stammten aus der kieferorthopädischen Abteilung des Eastmaninstituts in Stockholm / Schweden. Die Behandlungszeit betrug ein halbes Jahr. Das durchschnittliche Alter der Patienten bei Behandlungsbeginn und -ende sowie zur Nachuntersuchung ist der Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6: Durchschnittsalter der männlichen Patienten (n=17) der Bass – Gruppe

Zeitpunkt	Durchschnittsalter (Jahre)
	männlich (n=17)
Behandlungsbeginn	11,7
Behandlungsende (nach ½jähriger Behandlung)	12,2
Nachuntersuchung (6 ½Jahre nach Behandlungsende)	18,7

3.3 Herbst-Gruppe

Die Herbst-Gruppe zählte 36 Patienten, 21 weibliche und 15 männliche, welche aus der kieferorthopädischen Abteilung der odontologischen Fakultät in Malmö / Schweden stammten. Die Behandlungszeit betrug durchschnittlich ein halbes Jahr. Das durchschnittliche Alter der Probanden bei Behandlungsbeginn und -ende sowie zu drei Nachuntersuchungsterminen ist der Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: Durchschnittsalter der Patienten der Herbst – Gruppe

Zeitpunkt	Durchschnittsalter (Jahre)		
	männlich (n=15)	weiblich (n=21)	gesamt (n=36)
Behandlungsbeginn	12,2	12,0	12,2
Behandlungsende (nach ½jähriger Behandlung)	12,7	12,6	12,7
1. Nachuntersuchung (3 Jahre nach Behandlungsende)	15,7	15,8	15,7
2. Nachuntersuchung (6 ½ Jahre nach Behandlungsende)	19,1	19,0	19,1

3.4 Kontrollgruppe (Bolton-Standards)

Die Bolton - Gruppe¹¹ zählte 32 Probanden, 16 weibliche und 16 männliche und diente als Referenzgruppe. Alle Personen hatten ein weitgehend ideales Gebiß. Von den Probanden wurde jährlich im Alter von 1 bis 18 Jahren ein Fernröntgenseitenbild des Schädels angefertigt. Die Durchzeichnungen (Tracing) der FRS aller Probanden wurden für jedes Jahr zu einem gemittelten Tracing zusammengefaßt (Bolton – Standards).

4 METHODE

Von allen Patienten der drei Apparaturgruppen standen Fernröntgenseitenbilder des Kopfes (FRS) in zentrischer Okklusion von den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten zur Verfügung. Von der Bolton Kontrollgruppe lagen die jährlichen Bolton - Standard Tracings vor.

4.1 Auswertung der Fernröntgenbilder des Kopfes (FRS)

Die Auswertung der Röntgenbilder der Patienten und der Tracings der Kontrollprobanden basiert darauf, daß der kephalomerische Meßpunkt Basion (Ba) während des Wachstums stabil ist und als Referenzpunkt verwendet werden kann^{13,15,16,17,57}. Die Röntgenbilder wurden zu den folgenden vier Zeitpunkten ausgewertet:

T1	Behandlungsbeginn	- Aktivator, Bass- und Herbst – Gruppe
T2	Behandlungsende	- Bass- und Herbst – Gruppe
T3	3 Jahre nach Behandlungsende	- Herbst – Gruppe
	Behandlungsende	- Aktivator-Gruppe
T4	6 ½ Jahre nach Behandlungsende	- Bass- und Herbst-Gruppe

Als Vergleich wurden die entsprechenden Bolton - Standards der Altersstufen von 10 bis 18 Jahren hinzugezogen. Um eine bessere Vergleichbarkeit zu erreichen wurden auch halbjährliche Bolton-Standards interpoliert.

Auf Grund der unterschiedlichen Röntgenverfahren in Gießen, Malmö und Stockholm sowie bei den Probanden der Bolton Gruppe wiesen die FRS verschiedene Vergrößerungsfaktoren auf, welche bei der Auswertung berücksichtigt wurden (vgl. Tabelle 8).

Bei der FRS-Analyse wurde eine Tracingfolie auf dem jeweiligen Röntgenbild fixiert. Das Röntgenbild mit der Folie wurde auf einen Lichtkasten gelegt und bestimmte kephalometrische Punkte wurden mit einem gespitzten Bleistift auf die Folien übertragen und das Kieferbasis- und Apikalbasisdreieck konstruiert (vgl. Abb. 6). Anschließend wurden lineare Messungen durchgeführt. Die Genauigkeit der Messung betrug 0,5 mm. Auf Basis dieser Messungen erfolgten anschließend Winkel- und Flächenberechnungen.

Tabelle 8: Vergrößerungsfaktoren bei den FRS unterschiedlicher Herkunft

FRS - Herkunft	Vergrößerung
Gießen	7,0 %
Malmö	10,7 %
Stockholm	10,0 %
Bolton	ca. 5,7 %

4.2 Kephalometrische Punkte

In Abb. 5 ist die Lage der kephalometrischen Punkte dargestellt, die im Rahmen der Untersuchungen verwendet wurden. Die Punkte waren wie folgt definiert:

Spina (Sp)

Spitze der Spina nasalis anterior.

A-Punkt (A)

Der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Oberkiefers (caudal von der Spina nasalis anterior).

Basion (Ba)

Der in der Median-Sagittalebene am weitesten posterior und inferior gelegene Punkt am Clivus des Os sphenoidalis. (Der Punkt dient als „stabiler“ Referenzpunkt.)

B-Punkt

Der tiefste Punkt der Einziehung im Bereich des Processus alveolaris des Unterkiefers (cranial von der Kinnschuppe).

Gnathion (Gn)

Der am weitesten caudal gelegene Punkt der Unterkiefersymphyse.

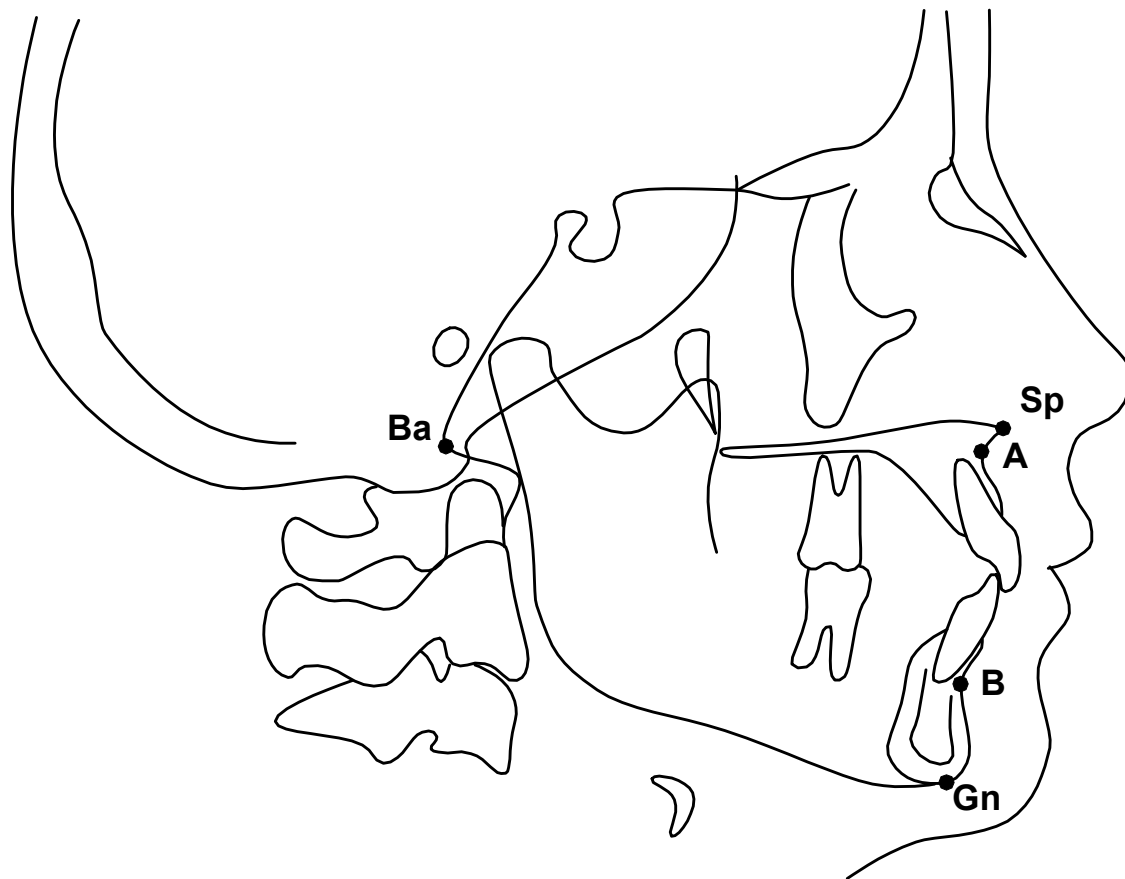


Abb. 5: Kephalometrische Punkte

4.3 Kieferbasis- und Apikalbasisdreieck (Abb. 6)

Ba – Sp – Gn

Kieferbasis – Dreieck

Ba – A – B

Apikalbasis – Dreieck

4.3.1 Lineare Variablen (Abb. 6)

Ba – Sp

Länge der skelettalen Oberkieferbasis

Ba – Gn

Länge der skelettalen Unterkieferbasis

Ba – A

Länge der apikalen Oberkieferbasis

Ba – B

Länge der apikalen Unterkieferbasis

Sp – Gn

Höhe der skelettalen Oberkieferbasis / Unterkieferbasis

A – B

Höhe der apikalen Oberkieferbasis / Unterkieferbasis

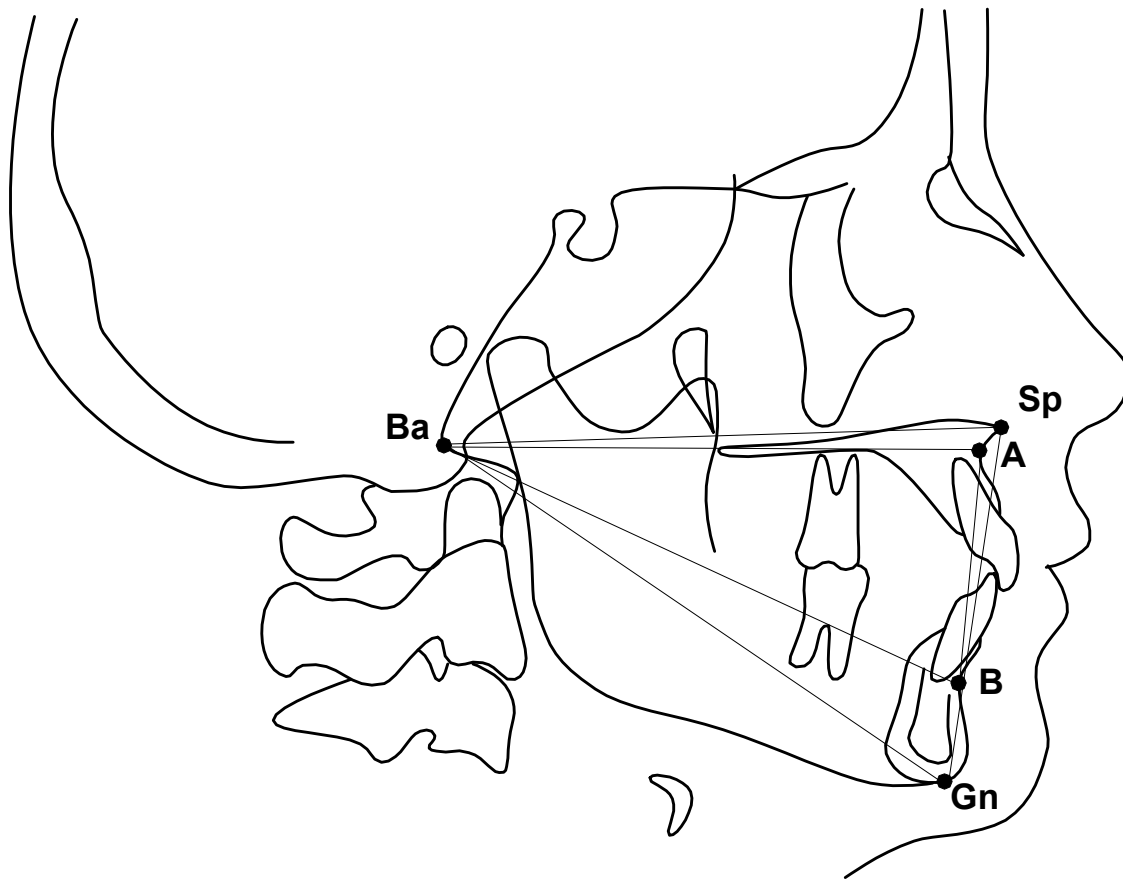


Abb. 6: Kieferbasis- (Ba-Sp-Gn) und Apikalbasis- (Ba-A-B)-Dreieck sowie lineare Variablen

4.3.2 Anguläre Variablen (Abb. 7)

a (alpha)

Vertikale skelettale Oberkieferbasis / Unterkieferbasis – Angulation (Ba – Sp / Ba – Gn)

j (phi)

Vertikale apikale Oberkieferbasis / Unterkieferbasis – Angulation (Ba – A / Ba – B)

g (gamma)

Sagittale skelettale Oberkieferbasis / Unterkieferbasis – Angulation (Ba – Sp / Sp – Gn)

y (xi)

Sagittale apikale Oberkieferbasis / Unterkieferbasis Angulation (Ba – A / A – B)

Die angulären Variablen wurden aus den gemessenen linearen Variablen mit Hilfe folgender Gleichungen rechnerisch ermittelt:

$$\cos a = \frac{(Ba - Sp)^2 + (Ba - Gn)^2 - (Sp - Gn)^2}{2 \cdot (Sp - Gn) \cdot (Ba - Sp)}$$

$$\cos g = \frac{(Sp - Gn)^2 + (Ba - Sp)^2 - (Ba - Gn)^2}{2 \cdot (Sp - Gn) \cdot (Ba - Sp)}$$

$$\cos j = \frac{(Ba - A)^2 + (Ba - B)^2 - (A - B)^2}{2 \cdot (A - B) \cdot (Ba - A)}$$

$$\cos y = \frac{(A - B)^2 + (Ba - A)^2 - (Ba - B)^2}{2 \cdot (A - B) \cdot (Ba - A)}$$

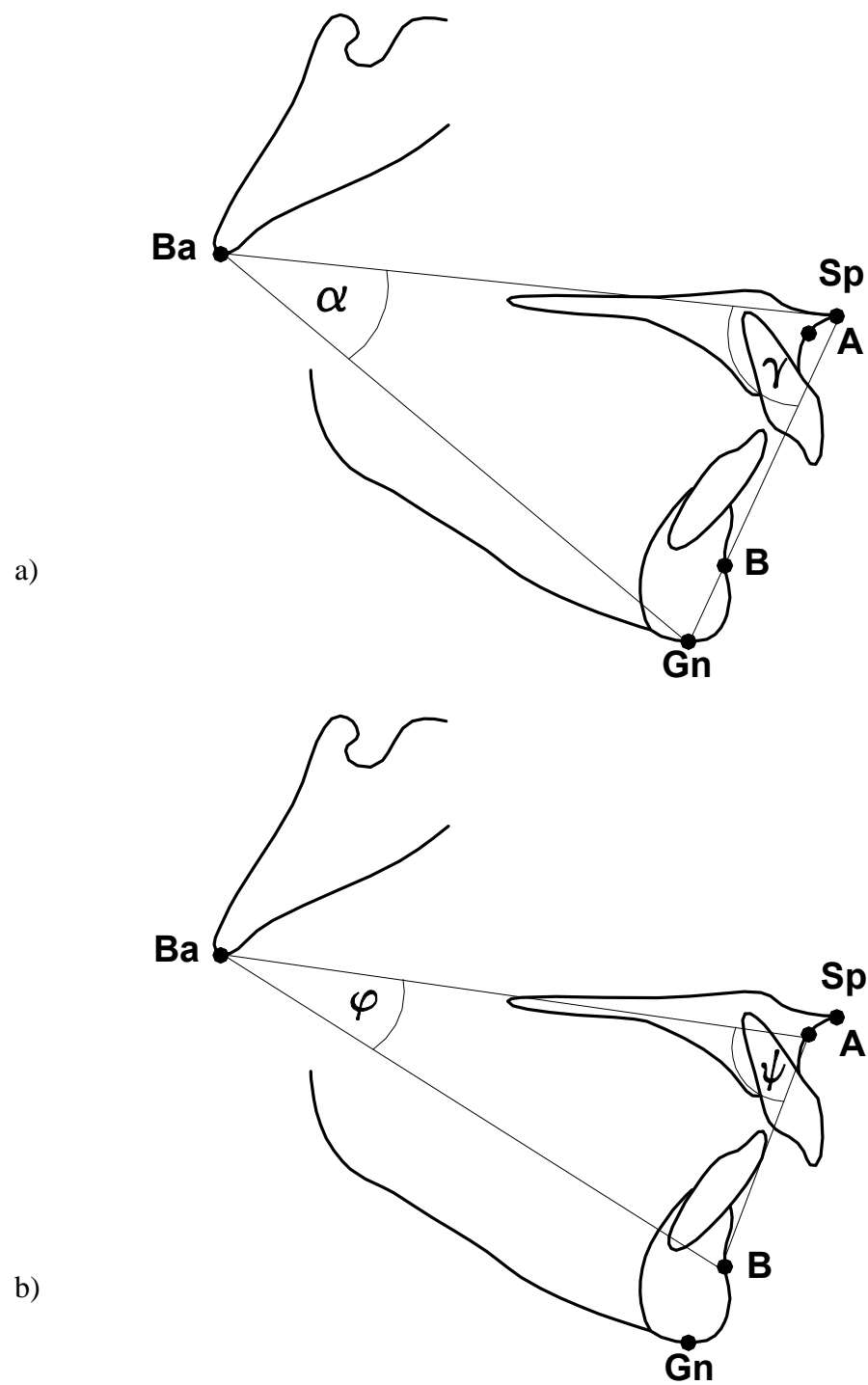


Abb. 7: Anguläre Meßvariablen beim Kieferbasisdreieck (a) und
 Apikalbasisdreieck (b)

4.3.3 Flächenvariablen (Abb. 8)

Basierend auf den Strecken und Winkeln wurden die Flächen des Kieferbasis - Dreiecks (Kieferbasisarea) und des Apikalbasis - Dreiecks (Apikalbasisarea) mit Hilfe der folgenden Gleichungen berechnet:

Kieferbasisarea (KBA):

$$\text{KBA} = \frac{(Ba - Sp) \cdot (Ba - Gn)}{2} \cdot \sin \left[\arccos \left(\frac{(Ba - Sp)^2 + (Ba - Gn)^2 - (Sp - Gn)^2}{2 \cdot (Ba - Sp) \cdot (Ba - Gn)} \right) \right]$$

Apikalbasisarea (ABA):

$$\text{ABA} = \frac{(Ba - A) \cdot (Ba - B)}{2} \cdot \sin \left[\arccos \left(\frac{(Ba - A)^2 + (Ba - B)^2 - (A - B)^2}{2 \cdot (Ba - A) \cdot (Ba - B)} \right) \right]$$

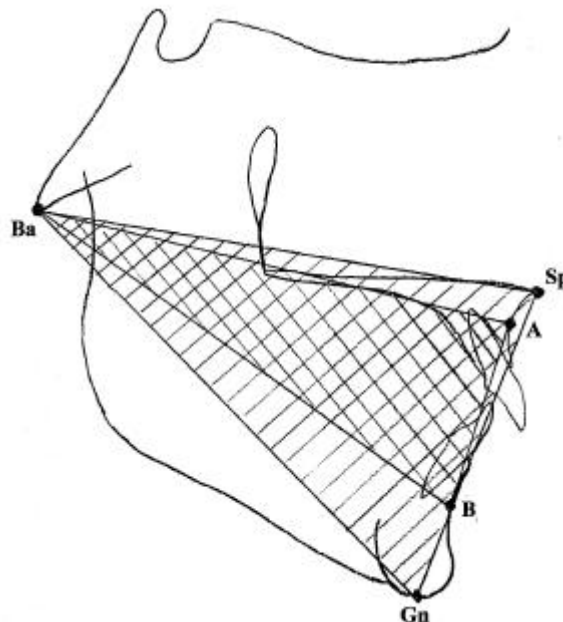


Abb. 8: Darstellung der Flächenvariablen: Kieferbasisarea (Ba – Sp – Gn) und Apikalbasisarea (Ba - A – B)

4.4 Statistische Methoden

Für jede Variable wurden der arithmetische Mittelwert (MW) und die Standardabweichung (SD) ermittelt. Für die statistische Beurteilung von Unterschieden der Behandlungszeitpunkte innerhalb der einzelnen Patientengruppen wurde der t-Test für abhängige Stichproben verwendet. Für die Beurteilung der Unterschiede der Patientengruppen kam der t-Test für unabhängige Stichproben zur Anwendung.

Folgende Signifikanzgrenzen kamen zur Anwendung:

$p < 0,001$	=	***
$p < 0,01$	=	**
$p < 0,05$	=	*
$p \geq 0,05$	=	n.s. (nicht signifikant).

4.5 Bestimmung des Methodenfehlers

Zur Ermittlung des Methodenfehlers der durchgeführten FRS-Analyse wurden bei einer Probandengruppe (Aktivator-Gruppe) alle Messungen zweimal durchgeführt. Basierend auf diesen beiden Datensätze wurde für jede lineare Variable der Methodenfehler nach folgender Formel bestimmt:

$$MF = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{2,i} - x_{1,i})^2}{2 \cdot n}}$$

wobei MF = Methodenfehler

$x_{2,i}, x_{1,i}$ = Meßwertpaar

n = Anzahl verglichener Meßwerte

Die ermittelten Methodenfehler sind in der Tabelle 9 aufgeführt:

Tabelle 9: Methodenfehler (MF) bei zweimaligen Messungen der FRS von 36 Patienten der Aktivator-Gruppe

Variable	MF
1. Ba - Sp	0,61 mm
2. Ba - Gn	0,59 mm
3. Ba - A	0,59 mm
4. Ba - B	0,42 mm
5. Sp - Gn	0,40 mm
6. A - B	0,51 mm

5 **ERGEBNISSE**

Die Resultate der unterschiedlichen Messungen sind in folgenden Abbildungen und Tabellen dargestellt:

die Kontrollgruppe in Abb. 9 sowie in Tabelle 10 – 11,
die Aktivator-Gruppe in Abb. 10 sowie in Tabelle 12 – 20,
die Bass – Gruppe in Abb. 11 sowie in Tabelle 21 – 26,
die Herbst – Gruppe in Abb. 12 sowie in Tabelle 27 – 35 und
die Gegenüberstellung der Probandengruppen in Abb. 13 – 25.

Im Anhang sind in den Tabellen A 1 – A 16 die individuellen Meßergebnisse für alle Patienten der drei Behandlungsgruppen zu sehen.

Bei der schematischen Darstellung der Veränderungen der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke wurden die Dreiecke einer Serie auf der Linie Ba – Sp bzw. Ba – A , ausgehend vom Punkt Ba deckungsgleich überlagert.

5.1 Kontrollgruppe (Bolton-Standards)

Die durchschnittlichen Veränderungen der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der Kontrollgruppe (Bolton-Standards) über den Zeitraum von 8 Jahren sind in Abb. 9 dargestellt. Die entsprechenden linearen Messungen der Dreiecke sind Tabelle 10 zu entnehmen. Ein kontinuierliches anteriores Ober- und Unterkieferwachstum ist bei den Probanden erkennbar. Der Unterkiefer hat dabei ein größeres Wachstum als der Oberkiefer.

Die vertikale skelettale (α) sowie apikale (φ) Oberkieferbasis / Unterkieferbasis Angulation weist unter dem Wachstum keine nennenswerten Veränderungen auf (Tabelle 11). Die sagittale skelettale (γ) und apikale (ψ) Oberkieferbasis / Unterkieferbasis (Tabelle 11) Angulation vergrößert sich auf Grund des größeren Unterkiefer- als Oberkieferwachstums.

Während des Zeitraumes vom 10. bis zum 18. Lebensjahr vergrößerte sich kontinuierlich die Kieferbasisarea von 2403 mm² auf 2936 mm² und die Apikalbasisarea von 1411 mm² auf 1669 mm² (Tabelle 11).

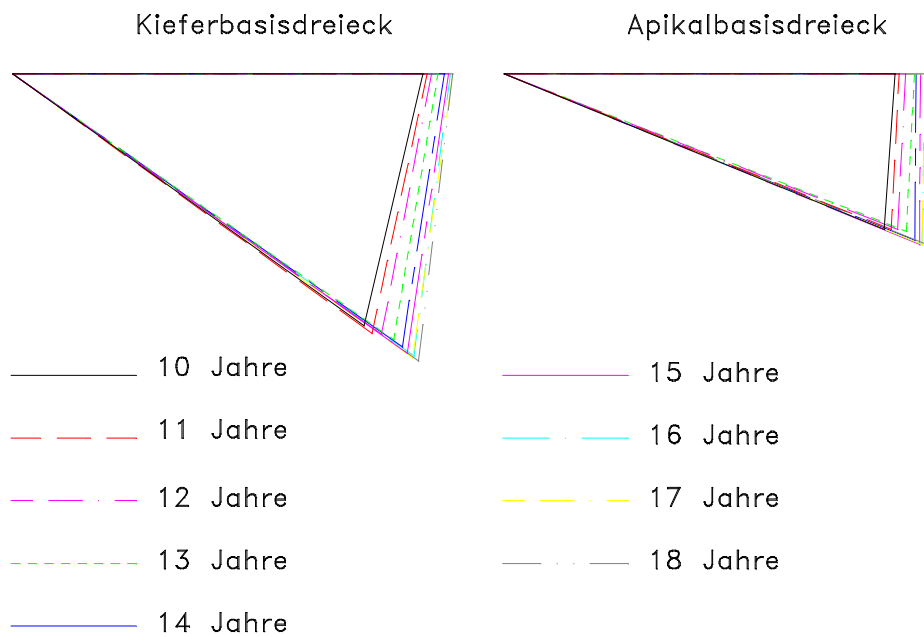


Abb. 9: Veränderung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der **Bolton-Gruppe** über einen Zeitraum vom 10. bis zum 18. Lebensjahr

Tabelle 10: Lineare Variablen (vgl. Abb. 6) der **Bolton-Gruppe** vom 10. bis zum 18. Lebensjahr

Alter [Jahre]	Ba-Sp [mm]	Ba-Gn [mm]	Ba-A [mm]	Ba-B [mm]	Sp-Gn [mm]	A-B [mm]
10,0	88,5	93,2	84,2	88,5	55,8	33,6
10,5	88,9	94,4	84,7	89,2	56,5	33,6
11,0	89,4	95,6	85,1	89,9	57,2	33,6
11,5	89,8	96,5	85,8	90,5	57,2	33,6
12,0	90,3	97,4	86,5	91,2	57,2	33,6
12,5	91,0	98,8	87,4	92,2	57,7	33,8
13,0	91,7	100,2	88,4	93,1	58,1	34,0
13,5	92,4	101,4	88,6	94,3	58,8	35,0
14,0	93,1	102,6	88,8	95,5	59,5	35,9
14,5	93,5	103,4	89,3	96,1	60,2	36,4
15,0	94,0	104,3	89,7	96,8	60,9	36,8
15,5	94,2	105,1	90,2	97,0	61,1	36,8
16,0	94,4	105,8	90,7	97,3	61,4	36,8
16,5	94,7	105,8	90,7	97,3	61,6	36,8
17,0	94,9	105,8	90,7	97,3	61,9	36,8
17,5	94,9	106,5	90,7	97,7	62,1	36,8
18,0	94,9	107,2	90,7	98,2	62,3	36,8

Tabelle 11: Anguläre- und Flächenvariablen (vgl. Abb. 7) der **Bolton – Gruppe** vom 10. bis zum 18. Lebensjahr

Alter [Jahre]	α [Grad]	φ [Grad]	γ [Grad]	ψ [Grad]	KBA [mm ²]	ABA [mm ²]
10,0	35,7	22,3	76,8	86,0	2403	1411
10,5	35,8	22,1	77,4	86,5	2453	1419
11,0	35,9	21,9	77,9	87,0	2502	1428
11,5	35,5	21,7	78,6	87,1	2518	1439
12,0	35,2	21,6	79,2	87,2	2535	1449
12,5	35,1	21,5	79,9	87,2	2582	1475
13,0	34,9	21,4	80,6	87,1	2629	1502
13,5	35,0	21,8	80,9	88,3	2684	1549
14,0	35,0	22,1	81,2	89,4	2739	1595
14,5	35,1	22,2	81,5	89,5	2785	1624
15,0	35,3	22,4	81,7	89,7	2831	1652
15,5	35,2	22,3	82,1	89,4	2853	1660
16,0	35,1	22,2	82,6	89,0	2874	1669
16,5	35,3	22,2	82,3	89,0	2890	1669
17,0	35,4	22,2	81,9	89,0	2906	1669
17,5	35,3	22,1	82,6	89,8	2921	1669
18,0	35,3	22,0	83,2	90,6	2936	1669

5.2 Aktivator-Gruppe

Die durchschnittlichen Veränderungen der Unterkieferbasis- und Apikalbasisdreiecke während des Behandlungszeitraumes (T1-T3) sind in Abb. 10 gezeigt.

Lineare Variablen

Die Meßwerte der linearen Variablen sind in Tabelle 12 dargestellt. Alle linearen Variablen vergrößerten sich signifikant ($p < 0.001$) während der Aktivatorbehandlung (Tabelle 13). Die Länge der skelettalen (Ba – Gn) und der apikalen (Ba – B) Unterkieferbasis vergrößerten sich im Durchschnitt fast dreimal mehr als die entsprechenden Längen der skelettalen (Ba – Sp) bzw. apikalen (Ba – A) Oberkieferbasis. Für die Unterkieferbasisvariablen (Ba – Gn und Ba – B) und für die Höhe der skelettalen Oberkieferbasis / Unterkieferbasis (Sp – Gn) waren die durchschnittlichen Veränderungen bei männlichen Patienten größer ($p < 0,05$) als bei weiblichen (Tabelle 14).

Anguläre Variablen

Die vertikale skelettale Oberkieferbasis / Unterkieferbasis Angulation (α) änderte sich nicht während der Aktivator – Behandlung (Tabelle 16). Die vertikale apikale Oberkieferbasis / Unterkieferbasis Angulation (ϕ) vergrößerte sich dagegen signifikant ($p < 0,01$) während der Behandlung. Beim Geschlechtervergleich waren im Durchschnitt die Veränderungen für den Winkel α bei männlichen Patienten größer ($p < 0,05$) als bei weiblichen (Tabelle 17).

Die sagittale skelettale (γ) sowie apikale (ψ) Oberkieferbasis / Unterkieferbasis Angulation vergrößerten sich signifikant ($p < 0,001$) während der Aktivator – Behandlung (Tabelle 16). Es lagen keine statistischen Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden vor (Tabelle 17).

Flächenvariablen

Die Meßwerte der Flächenvariablen sind in Tabelle 18 dargestellt. Bedingt durch die Vergrößerung aller linearen Variablen vergrößerte sich die Kieferbasisarea (KBA) und die Apikalbasisarea (ABA) signifikant ($p < 0,001$) während der Aktivator – Behandlung (Tabelle 19). Die durchschnittlichen Veränderungen waren bei männlichen Patienten größer ($p < 0,001$) als bei weiblichen (Tabelle 20).

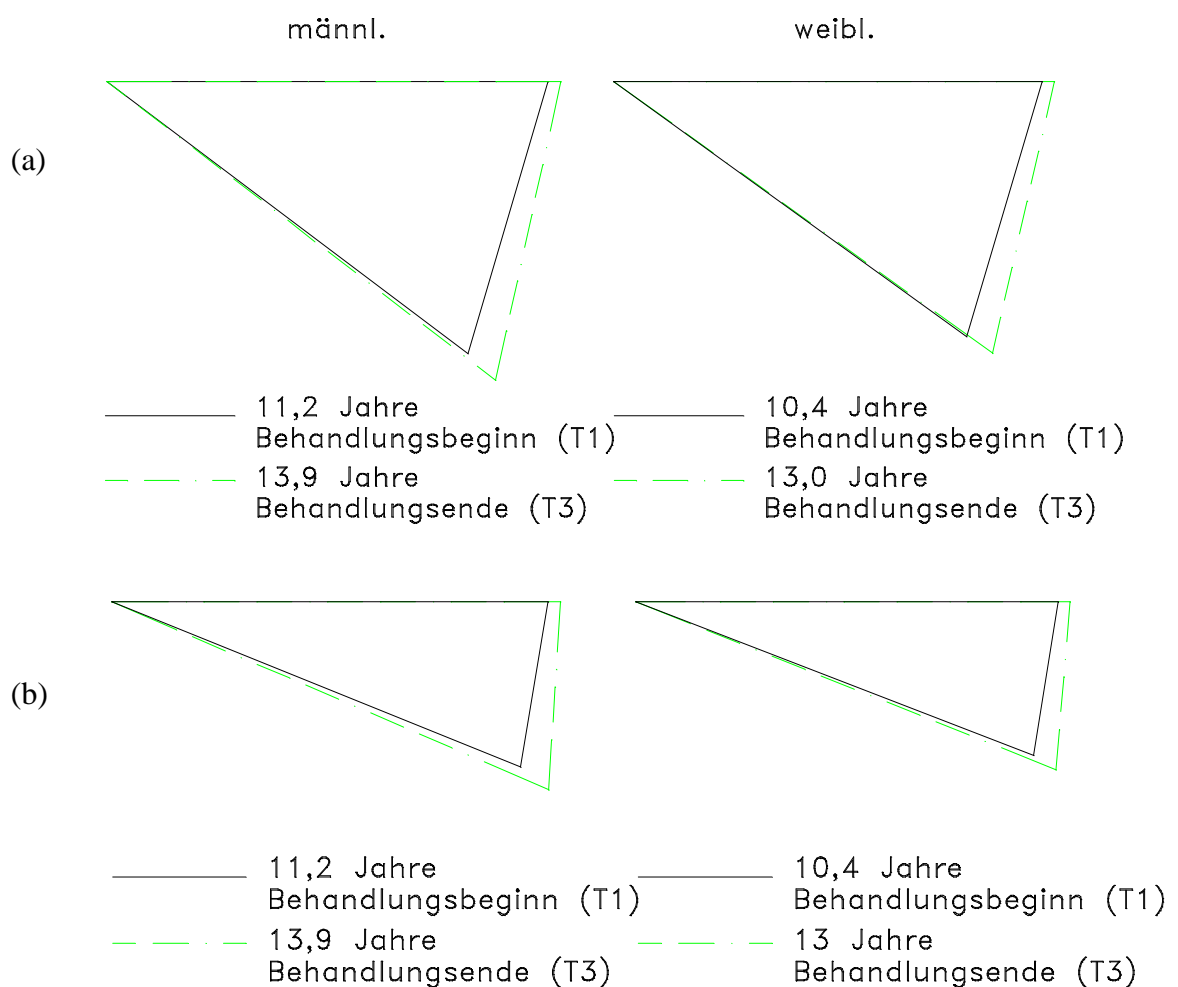


Abb. 10: Gemittelte Kieferbasisdreiecke (a) und Apikalbasisdreiecke (b) männlicher (n=14) und weiblicher (n=17) Patienten der **Aktivator-Gruppe** zu den Untersuchungszeitpunkten bei Behandlungsbeginn (T1) und -ende (T3)

Tabelle 12: Lineare Variablen (vgl. Abb. 6) der **Aktivator-Gruppe** bei Behandlungsbeginn (T1) und –ende (T3)

Variable [mm]	Zeitpunkt	Aktivator-Gruppe					
		männlich (n=14)		weiblich (n=17)		gesamt (n=31)	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD
Ba - Sp	T1	92,2	4,89	89,5	3,17	90,8	4,20
	T3	94,9	5,15	92,1	3,65	93,4	4,53
Ba - Gn	T1	94,6	4,96	91,2	3,88	92,7	4,66
	T3	102,6	6,05	97,5	4,08	99,8	5,61
Ba - A	T1	88,3	5,47	85,5	2,81	86,8	4,38
	T3	91,0	5,40	87,9	2,97	89,3	4,45
Ba - B	T1	89,3	4,82	86,4	3,87	87,7	4,50
	T3	96,3	5,53	91,7	3,38	93,8	4,99
Sp - Gn	T1	59,5	3,64	55,9	3,60	57,5	4,00
	T3	64,1	4,86	58,5	3,56	61,1	5,00
A - B	T1	34,2	2,90	31,7	2,21	32,9	2,81
	T3	38,4	3,13	34,3	2,78	36,2	3,54

Tabelle 13: Veränderungen der linearen Variablen (vgl. Abb. 6) der **Aktivator – Gruppe** während des Behandlungszeitraumes (T3 – T1)

Variable [mm]	Zeit- raum	Aktivator - Gruppe								
		männlich (n=14)			weiblich (n=17)			gesamt (n=31)		
		MW	SD	t	MW	SD	t	MW	SD	t
Ba - Sp	T3 - T1	2,7	1,98	5,07 (***)	2,6	1,88	5,15 (***)	2,6	1,89	5,20 (***)
Ba - Gn	T3 - T1	8,0	2,55	11,80 (***)	6,3	2,19	10,83 (***)	7,1	2,47	10,75 (***)
Ba - A	T3 - T1	2,7	1,76	5,70 (***)	2,4	1,86	4,82 (***)	2,5	1,79	5,27 (***)
Ba - B	T3 - T1	7,0	2,02	12,96 (***)	5,3	2,17	9,17 (***)	6,1	2,24	10,16 (***)
Sp - Gn	T3 - T1	4,7	2,13	8,19 (***)	2,7	1,49	6,70 (***)	3,6	2,05	6,54 (***)
A - B	T3 - T1	4,1	1,77	8,76 (***)	2,6	1,63	6,00 (***)	3,3	1,83	6,74 (***)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 14: Vergleich der Veränderungen der linearen Variablen männlicher und weiblicher Patienten der **Aktivator - Gruppe** während des Behandlungszeitraumes (T3 – T1)

Variable [mm]	Zeitraum	Aktivator - Gruppe					
		männlich (n=14)		weiblich (n=17)		Diff. männlich / weiblich	
		MW	SD	MW	SD	MW(D)	t
Ba - Sp	T3 - T1	2,7	1,98	2,6	5,15	0,1	0,06 (n.s.)
Ba - Gn	T3 - T1	8,0	2,55	6,3	2,19	1,7	2,00 (*)
Ba - A	T3 - T1	2,7	1,76	2,4	1,86	0,3	0,43 (n.s.)
Ba - B	T3 - T1	7,0	2,02	5,3	2,17	1,7	2,25 (*)
Sp - Gn	T3 - T1	4,7	2,13	2,7	1,49	2,0	3,07 (***)
A - B	T3 - T1	4,1	1,77	2,6	1,63	1,5	2,49 (*)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 15: Anguläre Variablen (vgl. Abb. 7) der **Aktivator-Gruppe** bei Behandlungsbeginn (T1) und –ende (T3)

Variable [Grad]	Zeitpunkt	Aktivator - Gruppe					
		männlich (n=14)		weiblich (n=17)		gesamt (n=31)	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD
α	T1	37,1	2,21	35,9	2,41	36,5	2,36
	T3	37,6	2,85	35,7	2,50	36,6	2,79
φ	T1	22,1	1,65	21,2	1,57	21,6	1,65
	T3	23,4	1,81	21,9	2,13	22,6	2,11
γ	T1	73,6	3,22	73,7	4,50	73,6	3,91
	T3	77,7	3,84	77,1	4,85	77,4	4,36
ψ	T1	80,4	4,83	80,9	4,98	80,7	4,84
	T3	86,1	4,20	85,3	5,68	85,7	5,00

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 16: Veränderungen der angularen Variablen (vgl. Abb. 7) der **Aktivator – Gruppe** während des Behandlungszeitraumes (T3 – T1)

Variable [Grad]	Zeitraum	Aktivator - Gruppe								
		männlich (n=14)			weiblich (n=17)			gesamt (n=31)		
		MW	SD	t	MW	SD	t	MW	SD	t
α	T3 - T1	0,5	1,35	1,48 (n.s.)	-0,2	1,09	-0,69 (n.s.)	0,1	1,25	0,40 (n.s.)
φ	T3 - T1	1,2	1,27	3,66 (**)	0,6	1,17	2,07 (*)	0,9	1,23	2,78 (**)
γ	T3 - T1	4,1	1,87	8,19 (***)	3,4	2,00	6,45 (***)	3,7	1,94	7,22 (***)
ψ	T3 - T1	5,7	2,23	9,52 (***)	4,4	3,29	4,97 (***)	5,0	2,89	6,42 (***)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 17: Vergleich der angularen Variablen männlicher und weiblicher Patienten der **Aktivator – Gruppe** während des Behandlungszeitraumes (T3 - T1)

Variable [Grad]	Messung	Aktivator - Gruppe					
		männlich (n=14)		weiblich (n=17)		Diff. männlich / weiblich	
		MW	SD	MW	SD	MW(D)	t
α	T3 - T1	0,5	1,35	-0,2	1,09	0,7	1,69 (n.s.)
φ	T3 - T1	1,2	1,27	0,7	1,17	0,6	1,34 (n.s.)
γ	T3 - T1	4,1	1,87	3,5	2,00	0,6	0,91 (n.s.)
ψ	T3 - T1	5,7	2,23	4,4	3,29	1,3	1,27 (n.s.)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 18: Flächenvariablen (vgl. Abb. 8) der **Aktivator-Gruppe** bei Behandlungsbeginn (T1) und –ende (T3)

Variable [mm²]	Zeitpunkt	Aktivator - Gruppe					
		männlich (n=14)		weiblich (n=17)		gesamt (n=31)	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD
KBA	T1	2629	250	2392	184	2499	244
	T3	2970	307	2617	169	2776	297
ABA	T1	1488	187	1335	110	1404	166
	T3	1739	202	1495	114	1606	200

Tabelle 19: Veränderungen der Flächenvariablen (vgl. Abb. 8) der **Aktivator – Gruppe** während des Behandlungszeitraumes (T3 – T1)

Variable [mm ²]	Zeitraum	Aktivator - Gruppe								
		männlich (n=14)			weiblich (n=17)			gesamt (n=31)		
		MW	SD	t	MW	SD	t	MW	SD	t
KBA	T3 - T1	340,4	111,02	11,47 (***)	224,7	63,81	13,18 (***)	276,9	104,58	9,91 (***)
ABA	T3 - T1	251,3	88,26	10,65 (***)	160,9	69,79	8,63 (***)	201,7	89,80	8,40 (***)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 20: Vergleich der angulären Variablen männlicher und weiblicher Patienten der **Aktivator – Gruppe** während des Behandlungszeitraumes (T3 – T1)

Variable [mm ²]	Messung	Aktivator - Gruppe					
		männlich (n=14)		weiblich (n=17)		Diff. männlich / weiblich	
		MW	SD	MW	SD	MW(D)	t
KBA	T3 - T1	340,4	111,02	224,7	63,81	115,7	3,64 (***)
ABA	T3 - T1	251,3	88,26	160,9	69,79	90,4	3,19 (**)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

5.3 Bass-Gruppe

Die durchschnittlichen Veränderungen der Unterkiefer- und Apikalbasisdreiecke während des Behandlungszeitraumes (T1-T2) sowie 6 ½ Jahre nach Behandlungsende (T4) sind in Abb. 11 gezeigt.

Lineare Variablen

Die Meßwerte der linearen Variablen sind in Tabelle 21 dargestellt. Die linearen Variablen Ba-Gn und Ba-B vergrößerten sich signifikant ($p < 0.001$) während der Bass - Behandlung (Tabelle 22). Bei den übrigen linearen Variablen ergab sich während der Behandlung keine signifikante Veränderung. In den darauf folgenden 6 ½ Jahren nach Behandlungsende veränderten sich alle linearen Variablen signifikant. Dabei vergrößerte sich die Länge der skelettalen (Ba – Gn) und der apikalen (Ba – B) Unterkieferbasis im Durchschnitt um 50% mehr als die entsprechenden Längen der skelettalen (Ba – Sp) bzw. apikalen (Ba – A) Oberkieferbasis.

Anguläre Variablen

Die vertikale skelettale (α) sowie die vertikale apikale (φ) Oberkieferbasis / Unterkieferbasis - Angulation änderten sich nicht signifikant während der Bass-Behandlung (Tabelle 24). In den darauf folgenden 6 ½ Jahren nach Behandlungsende vergrößerten sich beide Angulationen signifikant ($p < 0,05$).

Die sagittale skelettale (γ) sowie die sagittale apikale (ψ) Oberkieferbasis / Unterkieferbasis - Angulation vergrößerten sich signifikant ($p < 0,001$) während der Bass- Behandlung (Tabelle 24). In den darauf folgenden 6 ½ Jahren nach Behandlungsende vergrößerte sich nur die sagittale apikale Oberkieferbasis / Unterkieferbasis Angulation (ψ) signifikant ($p < 0,05$).

Flächenvariablen

Die Meßwerte der Flächenvariablen sind in (Tabelle 25) dargestellt. Bedingt durch die Vergrößerung der linearen Variablen Ba-Gn und Ba-B vergrößerte sich die Kieferbasisarea (KBA) und die Apikalbasisarea (ABA) signifikant ($p < 0,01$) während der Bass – Behandlung (Tabelle 26). Auch in den darauf folgenden 6 ½ Jahren nach Behandlungsende vergrößerten sich die Flächenvariablen signifikant ($p < 0,001$).



Abb. 11: Gemittelte Kieferbasisdreiecke (a) und Apikalbasisdreiecke (b) der männlichen Patienten (n=17) der **Bass - Gruppe** zu den Untersuchungszeitpunkten bei Behandlungsbeginn, -ende sowie 6 1/2 Jahre nach Behandlungsende.

Tabelle 21: Lineare Variablen (vgl. Abb. 6) der **Bass-Gruppe** bei Behandlungsbeginn (T1), Behandlungsende (T2) und zur Nachuntersuchung, 6 1/2 Jahre nach Behandlungsende (T4)

Variable [mm]	Zeitpunkt	Bass - Gruppe	
		männlich (n=17)	
		MW	SD
Ba - Sp	T1	93,8	4,26
	T2	94,4	4,68
	T4	100,7	4,64
Ba - Gn	T1	97,0	5,78
	T2	99,7	5,99
	T4	109,5	5,42
Ba - A	T1	91,4	4,76
	T2	91,6	4,82
	T4	95,7	4,23
Ba - B	T1	90,9	5,05
	T2	93,8	4,87
	T4	100,8	4,25
Sp - Gn	T1	62,1	5,80
	T2	62,7	5,68
	T4	70,3	5,59
A - B	T1	35,2	3,99
	T2	36,1	3,57
	T4	41,2	6,29

Tabelle 22: Veränderungen der linearen Variablen (vgl. Abb. 6) der **Bass – Gruppe** in verschiedenen Untersuchungszeiträumen. T1 = Behandlungsbeginn, T2 = Behandlungsende, T4 = 6 ½ Jahre nach Behandlungsende

Variable [mm]	Zeitraum	Bass - Gruppe		
		männlich (n=17)		
		MW	SD	t
Ba - Sp	T2 - T1	0,7	1,40	1,78 (n.s.)
	T4 - T1	6,1	5,20	4,37 (***)
	T4 - T2	6,2	4,21	5,53 (***)
Ba - Gn	T2 - T1	2,7	2,05	4,97 (***)
	T4 - T1	10,2	9,60	3,97 (***)
	T4 - T2	9,8	5,50	6,66 (***)
Ba - A	T2 - T1	0,2	1,53	0,46 (n.s.)
	T4 - T1	3,1	5,59	2,09 (**)
	T4 - T2	4,2	3,15	4,95 (***)
Ba - B	T2 - T1	2,9	1,91	5,71 (***)
	T4 - T1	8,3	7,11	4,37 (***)
	T4 - T2	7,0	4,25	6,14 (***)
Sp - Gn	T2 - T1	0,6	1,39	1,65 (n.s.)
	T4 - T1	7,5	3,62	7,77 (***)
	T4 - T2	7,6	3,08	9,27 (***)
A - B	T2 - T1	0,9	2,08	1,64 (n.s.)
	T4 - T1	6,0	5,28	4,22 (***)
	T4 - T2	5,1	5,05	3,76 (**)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 23: Anguläre Variablen (vgl. Abb. 7) der **Bass-Gruppe** bei Behandlungsbeginn (T1), Behandlungsende (T2) und zur Nachuntersuchung, 6 ½ Jahre nach Behandlungsende (T4)

Variable [Grad]	Zeitpunkt	Bass - Gruppe	
		männlich (n=17)	
		MW	SD
α	T1	38,0	4,37
	T2	37,6	4,20
	T4	38,8	4,08
φ	T1	22,4	3,30
	T2	22,5	3,09
	T4	24,0	3,95
γ	T1	73,8	3,80
	T2	75,7	4,00
	T4	77,4	5,03
ψ	T1	78,0	2,95
	T2	82,2	4,12
	T4	85,0	5,89

Tabelle 24: Veränderungen der angulären Variablen (vgl. Abb. 7) der **Bass – Gruppe** in verschiedenen Untersuchungszeiträumen. T1 = Behandlungsbeginn, T2 = Behandlungsende, T4 = 6 ½ Jahre nach Behandlungsende

Variable [Grad]	Zeitraum [Jahre]	Bass - Gruppe		
		männlich (n=17)		
		MW	SD	t
α	T2 - T1	-0,4	0,86	-1,76 (n.s.)
	T4 - T1	1,1	1,95	2,20 (*)
	T4 - T2	1,2	1,61	2,75 (*)
φ	T2 - T1	0,1	1,22	0,38 (n.s.)
	T4 - T1	2,0	3,15	2,42 (*)
	T4 - T2	1,5	2,80	2,00 (*)
γ	T2 - T1	1,9	1,59	4,58 (***)
	T4 - T1	2,3	5,87	1,45 (n.s.)
	T4 - T2	1,7	3,65	1,70 (n.s.)
ψ	T2 - T1	4,2	3,57	4,40 (***)
	T4 - T1	6,3	6,58	3,56 (**)
	T4 - T2	2,8	4,36	2,38 (*)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 25: Flächenvariablen (vgl. Abb. 8) der **Bass-Gruppe** bei Behandlungsbeginn (T1), Behandlungsende (T2) und zur Nachuntersuchung, 6 ½ Jahre nach Behandlungsende (T4)

Variable [mm²]	Zeitpunkt	Bass - Gruppe	
		männlich (n=17)	
		MW	SD
KBA	T1	2786,7	268,89
	T2	2860,1	274,74
	T4	3435,3	240,99
ABA	T1	1567,8	159,72
	T2	1630,0	134,00
	T4	1952,2	298,64

Tabelle 26: Veränderungen der Flächenvariablen (vgl. Abb. 8) der **Bass – Gruppe** in verschiedenen Untersuchungszeiträumen. T1 = Behandlungsbeginn, T2 = Behandlungsende, T4 = 6 ½ Jahre nach Behandlungsende

Variable [mm²]	Zeitraum [Jahre]	Bass - Gruppe		
		männlich (n=17)		
		MW	SD	t
KBA	T2 - T1	73,4	91,37	3,01 (**)
	T4 - T1	572,2	348,15	6,15 (***)
	T4 - T2	575,1	252,68	8,52 (***)
ABA	T2 - T1	62,2	99,92	2,33 (*)
	T4 - T1	356,6	302,43	4,41 (***)
	T4 - T2	322,2	268,39	4,49 (***)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

5.4 Herbst-Gruppe

Die durchschnittlichen Veränderungen der Unterkieferbasis- und Apikalbasisdreiecke während des Behandlungszeitraumes (T1-T2) sowie der Nachuntersuchungen, 3 Jahre (T3) und 6 ½ Jahre (T4) nach Behandlungsende sind in Abb. 12 gezeigt.

Lineare Variablen

Die Meßwerte der linearen Variablen sind in Tabelle 27 dargestellt. Während der Herbst- Behandlung vergrößerten sich die linearen Variablen Ba-Gn, Ba-B, Sp-Gn und A-B signifikant ($p < 0,001$), während die Variablen Ba-Sp und Ba-A keine signifikanten Veränderungen erfuhren (Tabelle 28). Bezogen auf den Nachuntersuchungszeitraum 6 ½ Jahre (T4) nach Behandlungsende veränderten sich alle linearen Variablen signifikant ($p < 0,001$). Dabei vergrößerten sich die Längen der skelettalen (Ba - Gn) und der apikalen (Ba - B) Unterkieferbasis im Durchschnitt zweimal mehr als die entsprechenden Längen der skelettalen (Ba - Sp) bzw. apikalen (Ba - A) Oberkieferbasis. Während der Herbst - Behandlung lagen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Veränderung der linearen Variablen bei männlichen und weiblichen Patienten vor (Tabelle 29).

Im Zeitraum der Nachuntersuchungen (T4-T2) waren die durchschnittlichen Veränderungen der Längen der Oberkieferbasis (Ba-Sp und Ba-A) und Unterkieferbasis (Ba-Gn und Ba-B) sowie der Höhe der skelettalen Oberkiefer-/ Unterkieferbasis (Sp-Gn) bei männlichen Patienten größer ($p < 0,001$ bzw. $p < 0,05$). Hinsichtlich der Veränderung der Höhe der apikalen Oberkiefer-/ Unterkieferbasis waren zwischen männlichen und weiblichen Patienten keine signifikanten Unterschiede festzustellen (Tabelle 29).

Anguläre Variablen

Die Meßwerte der angulären Variablen sind in Tabelle 30 dargestellt. Die vertikale skelettale Oberkieferbasis / Unterkieferbasis Angulation (α) änderte sich nicht während der Herbst – Behandlung (Tabelle 31). Auch bei der Nachuntersuchung nach 6 ½ Jahren (T4) lagen keine signifikanten Änderungen vor.

Die vertikale apikale Oberkieferbasis / Unterkieferbasis Angulation (ϕ) vergrößerte sich dagegen signifikant ($p < 0,001$) während der Herbst - Behandlung. Bezogen auf 6 ½ Jahre nach Behandlungsende (T4) lag keine signifikante Veränderung vor.

Die sagittale skelettale (γ) sowie apikale (ψ) Oberkieferbasis / Unterkieferbasis Angulation vergrößerten sich signifikant ($p < 0,001$) sowohl während der Herbst – Behandlung (Tabelle 31) als auch bezogen auf die Nachuntersuchung nach 6 ½ Jahren (T4).

Beim Geschlechtervergleich lagen während der Herbst – Behandlung (T2-T1) bei allen angulären Variablen keine signifikanten Unterschiede vor. Im Zeitraum der Nachuntersuchungen (T4-T2) lag bei der vertikalen skelettalen Oberkieferbasis / Unterkieferbasis – Angulation (α) kein signifikanter Unterschied vor (Tabelle 32). Die Änderungen der übrigen angulären Variablen waren bei den männlichen Patienten signifikant ($p < 0,001$) größer (γ, ψ) bzw. kleiner (ϕ).

Flächenvariablen

Die Meßwerte der Flächenvariablen sind in Tabelle 33 dargestellt. Bedingt durch die Vergrößerung der linearen Variablen vergrößerte sich die Kieferbasisarea (KBA) und die Apikalbasisarea (ABA) signifikant ($p < 0,001$) sowohl während der Herbst – Behandlung (Tabelle 34), als auch bezogen auf die Nachuntersuchung nach 6 ½ Jahren (T4).

Während der Herbst – Behandlung (T2 – T1) gab es hinsichtlich der Veränderungen der Flächenvariablen männlicher und weiblicher Patienten keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 35). Im Zeitraum der Nachuntersuchungen (T4 – T2) waren die Veränderungen der Kieferbasisarea (KBA) bei den männlichen Patienten größer ($p < 0,001$). Bei der Apikalbasisarea (ABA) lagen keine signifikanten Unterschiede bei männlichen und weiblichen Patienten vor.

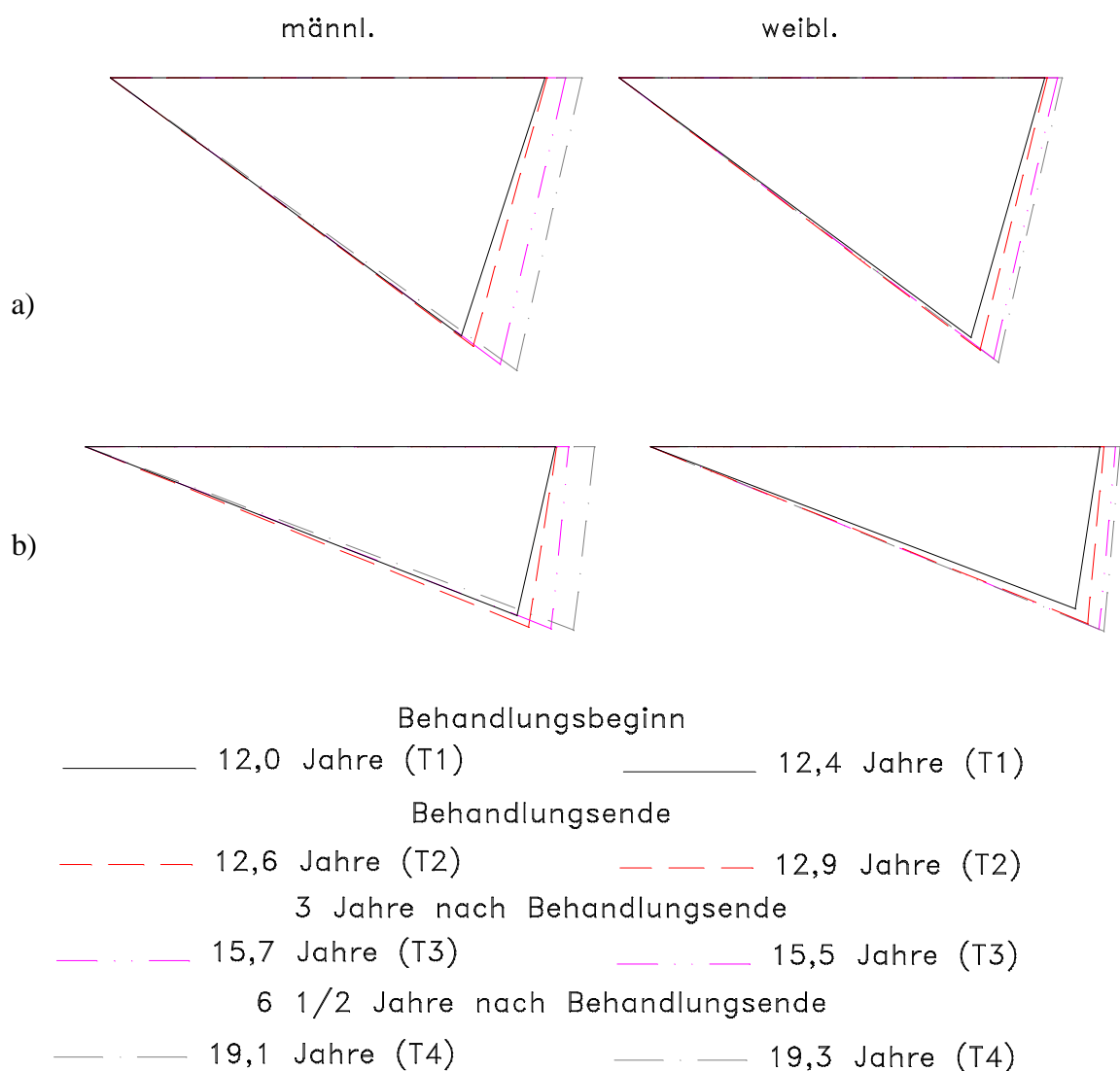


Abb. 12: Gemittelte Kieferbasisdreiecke (a) und Apikalbasisdreiecke (b) männlicher (n=15) und weiblicher (n=21) Patienten der **Herbst – Gruppe** zu den Untersuchungszeitpunkten bei Behandlungsbeginn (T1), -ende (T2) sowie 3 Jahre (T3) und 6 1/2 Jahre (T4) nach Behandlungsende.

Tabelle 27: Lineare Variablen (vgl. Abb. 6) der **Herbst-Gruppe** bei Behandlungsbeginn (T1), -ende (T2) und zu den Nachuntersuchungen 3 Jahre (T3) und 6 ½ Jahre (T4) nach Behandlungsende.

Variable [mm]	Zeitpunkt	Herbst-Gruppe					
		männlich (n=15)		weiblich (n=21)		gesamt (n=36)	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD
Ba - Sp	T1	95,9	5,10	93,9	3,90	94,7	4,49
	T2	96,3	5,55	94,4	3,57	95,2	4,53
	T3	100,6	5,39	96,7	4,22	98,2	5,02
	T4	104,0	6,07	97,8	4,34	100,4	5,94
Ba - Gn	T1	96,4	4,20	96,8	4,88	96,7	4,55
	T2	99,9	5,00	100,1	4,58	100,0	4,69
	T3	107,8	4,34	104,0	4,15	105,1	4,51
	T4	110,9	4,51	105,4	4,49	107,4	5,44
Ba - A	T1	93,4	4,93	89,2	3,89	91,0	4,76
	T2	93,6	5,34	90,1	3,71	91,5	4,73
	T3	96,0	4,23	92,4	4,28	93,9	4,58
	T4	101,2	6,23	93,3	4,33	96,6	6,46
Ba - B	T1	92,2	4,50	90,4	4,32	91,1	4,42
	T2	95,2	5,38	93,8	4,21	94,4	4,71
	T3	100,1	4,15	96,3	4,32	97,6	4,78
	T4	103,7	6,13	97,4	4,34	100,0	5,99
Sp - Gn	T1	60,2	5,02	60,1	4,26	60,1	4,53
	T2	61,8	4,87	62,4	4,27	62,1	4,47
	T3	65,5	4,96	64,0	4,67	64,6	4,78
	T4	66,7	4,82	64,8	4,52	65,6	4,68
A - B	T1	34,6	4,00	32,9	3,46	33,6	3,73
	T2	36,5	3,99	35,6	3,49	36,0	3,68
	T3	36,6	4,03	36,6	3,83	36,6	3,86
	T4	36,6	4,03	37,1	3,64	36,9	3,76

Tabelle 28: Veränderungen der linearen Variablen (vgl. Abb. 6) der **Herbst-Gruppe** in verschiedenen Untersuchungszeiträumen. T1 = Behandlungsbeginn, T2 = Behandlungsende, T4 = 6 ½ Jahre nach Behandlungsende.

Variable [mm]	Zeitraum [Jahre]	Herbst - Gruppe								
		männlich (n=15)			weiblich (n=21)			gesamt (n=36)		
		MW	SD	t	MW	SD	t	MW	SD	t
Ba - Sp	T2 - T1	0,4	1,16	1,40 (n.s.)	0,5	1,12	1,79 (n.s.)	0,5	1,12	1,64 (n.s.)
	T4 - T1	8,2	4,34	7,04 (***)	3,9	1,74	8,35 (***)	5,7	3,72	5,71 (***)
	T4 - T2	7,7	4,18	6,92 (***)	3,4	1,85	6,80 (***)	5,2	3,70	5,23 (***)
Ba - Gn	T2 - T1	3,5	1,77	7,30 (***)	3,3	1,45	8,45 (***)	3,3	1,57	7,98 (***)
	T4 - T1	14,4	2,90	18,64 (***)	8,6	2,80	11,46 (***)	11,0	4,05	10,17 (***)
	T4 - T2	11,0	3,42	11,98 (***)	5,3	2,98	6,64 (***)	7,7	4,22	6,79 (***)
Ba - A	T2 - T1	0,2	1,96	0,48 (n.s.)	0,8	2,25	1,37 (n.s.)	0,6	2,12	1,03 (n.s.)
	T4 - T1	7,8	4,38	6,66 (***)	4,0	2,75	5,52 (***)	5,6	3,93	5,34 (***)
	T4 - T2	7,5	3,12	9,03 (***)	3,2	1,70	7,09 (***)	5,0	3,20	5,88 (***)
Ba - B	T2 - T1	3,0	1,59	7,12 (***)	3,4	1,60	7,96 (***)	3,2	1,58	7,67 (***)
	T4 - T1	11,5	4,39	9,83 (***)	7,0	1,95	13,43 (***)	8,9	3,88	8,57 (***)
	T4 - T2	8,5	4,07	7,82 (***)	3,6	1,43	9,39 (***)	5,6	3,72	5,67 (***)
Sp - Gn	T2 - T1	1,6	1,31	4,55 (***)	2,3	0,97	8,89 (***)	2,0	1,17	6,46 (***)
	T4 - T1	6,5	2,57	9,54 (***)	4,7	1,56	11,38 (***)	5,5	2,20	9,34 (***)
	T4 - T2	5,0	3,33	5,57 (***)	2,4	1,60	5,66 (***)	3,5	2,74	4,76 (***)
A - B	T2 - T1	1,9	1,95	3,65 (**)	2,6	0,96	10,31 (***)	2,3	1,48	5,92 (***)
	T4 - T1	2,0	2,29	3,25 (**)	4,2	0,92	17,08 (***)	3,3	1,94	6,29 (***)
	T4 - T2	0,1	3,37	0,10 (n.s.)	1,5	1,37	4,19 (***)	0,9	2,48	1,41 (n.s.)

$p < 0,001 = ***, p < 0,01 = **, p < 0,05 = *, p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 29: Vergleich der Veränderungen der linearen Variablen (vgl. Abb. 6) männlicher und weiblicher Patienten der **Herbst-Gruppe** in verschiedenen Untersuchungszeiträumen. T1 = Behandlungsbeginn, T2 = Behandlungsende, T4 = 6 ½ Jahre nach Behandlungsende.

Variable [mm]	Zeitraum	Herbst - Gruppe					
		männlich (n=15)		weiblich (n=21)		Diff. männlich / weiblich	
		MW	SD	MW	SD	MW(D)	t
Ba - Sp	T2 - T1	0,4	1,16	0,5	1,12	0,1	0,21 (n.s.)
	T4 - T1	8,2	4,34	3,9	1,74	4,3	3,54 (**)
	T4 - T2	7,7	4,18	3,4	1,85	4,4	3,67 (***)
Ba - Gn	T2 - T1	3,5	1,77	3,3	1,45	0,2	0,29 (n.s.)
	T4 - T1	14,4	2,90	8,6	2,80	5,9	5,13 (***)
	T4 - T2	11,0	3,42	5,3	2,98	5,7	4,46 (***)
Ba - A	T2 - T1	0,2	1,96	0,8	2,25	0,6	0,66 (n.s.)
	T4 - T1	7,8	4,38	4,0	2,75	3,7	2,69 (**)
	T4 - T2	7,5	3,12	3,2	1,70	4,3	4,57 (***)
Ba - B	T2 - T1	3,0	1,59	3,4	1,60	0,4	0,60 (n.s.)
	T4 - T1	11,5	4,39	7,0	1,95	4,5	3,64 (***)
	T4 - T2	8,5	4,07	3,6	1,43	4,9	4,47 (***)
Sp - Gn	T2 - T1	1,6	1,31	2,3	0,97	0,7	1,62 (n.s.)
	T4 - T1	6,5	2,57	4,7	1,56	1,8	2,24 (*)
	T4 - T2	5,0	3,33	2,4	1,60	2,5	2,61 (*)
A - B	T2 - T1	1,9	1,95	2,6	0,96	0,7	1,31 (n.s.)
	T4 - T1	2,0	2,29	4,2	0,92	2,2	3,44 (**)
	T4 - T2	0,1	3,37	1,5	1,37	1,4	1,54 (n.s.)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 30: Anguläre Variablen (vgl. Abb. 7) der **Herbst-Gruppe** bei Behandlungsbeginn (T1), -ende (T2) und zu den Nachuntersuchungen 3 Jahre (T3) und 6 ½ Jahre (T4) nach Behandlungsende.

Variable [Grad]	Zeitpunkt	Herbst-Gruppe					
		männlich (n=15)		weiblich (n=21)		gesamt (n=36)	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD
α	T1	36,6	3,97	36,7	3,01	36,6	3,38
	T2	36,7	3,94	37,3	3,11	37,1	3,43
	T3	36,4	3,49	37,0	3,20	36,9	3,30
	T4	36,0	3,18	37,0	3,17	36,7	3,24
φ	T1	21,5	3,10	21,1	2,44	21,3	2,70
	T2	22,3	3,03	22,2	2,46	22,3	2,67
	T3	21,4	2,77	22,3	2,66	22,0	2,81
	T4	20,6	2,70	22,4	2,54	21,6	2,72
γ	T1	72,2	2,75	74,3	3,95	73,4	3,61
	T2	74,8	3,19	76,3	3,99	75,7	3,71
	T3	77,8	4,90	77,8	3,29	77,8	3,98
	T4	77,6	4,38	77,9	3,22	77,8	3,69
ψ	T1	77,3	3,11	81,5	5,99	79,7	5,37
	T2	81,2	3,57	84,9	4,00	83,3	4,20
	T3	85,5	3,68	85,0	3,25	85,2	3,39
	T4	83,7	3,98	85,1	3,23	84,5	3,58

Tabelle 31: Veränderungen der angularen Variablen (vgl. Abb. 7) der **Herbst-Gruppe** in verschiedenen Untersuchungszeiträumen. T1 = Behandlungsbeginn, T2 = Behandlungsende, T4 = 6 1/2 Jahre nach Behandlungsende.

Variable [Grad]	Zeitraum [Jahre]	Herbst - Gruppe								
		männlich (n=15)			weiblich (n=21)			gesamt (n=36)		
		MW	SD	t	MW	SD	t	MW	SD	t
α	T2 - T1	0,2	0,99	0,66 (n.s.)	0,6	0,58	3,88 (**)	0,4	0,79	1,99 (n.s.)
	T4 - T1	-0,6	1,48	-1,45 (n.s.)	0,3	1,16	1,06 (n.s.)	0,0	1,36	-0,14 (n.s.)
	T4 - T2	-0,8	1,93	-1,46 (n.s.)	-0,3	0,98	-1,04 (n.s.)	-0,5	1,44	-1,22 (n.s.)
φ	T2 - T1	0,8	1,31	2,23 (*)	1,1	0,60	7,14 (***)	1,0	0,96	3,86 (***)
	T4 - T1	-1,0	1,65	-2,20 (n.s.)	1,3	0,72	6,75 (***)	0,3	1,63	0,80 (n.s.)
	T4 - T2	-1,7	1,99	-3,29 (n.s.)	0,1	0,81	0,68 (n.s.)	-0,6	1,69	-1,43 (n.s.)
γ	T2 - T1	2,5	1,75	5,42 (***)	2,0	1,60	4,67 (***)	2,2	1,67	5,00 (***)
	T4 - T1	5,4	3,23	6,25 (***)	3,6	2,70	4,97 (***)	4,3	3,02	5,37 (***)
	T4 - T2	2,8	3,68	2,90 (*)	1,6	2,85	2,07 (n.s.)	2,1	3,23	2,44 (*)
ψ	T2 - T1	3,9	2,28	6,40 (***)	3,4	5,33	2,37 (*)	3,6	4,29	3,13 (**)
	T4 - T1	6,4	4,91	4,87 (***)	3,6	5,28	2,56 (*)	4,8	5,24	3,40 (**)
	T4 - T2	2,5	4,46	2,09 (n.s.)	0,2	2,36	0,37 (n.s.)	1,2	3,52	1,25 (n.s.)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 32: Vergleich der Veränderungen der angularen Variablen (vgl. Abb. 7) männlicher und weiblicher Patienten der **Herbst-Gruppe** in verschiedenen Untersuchungszeiträumen. T1 = Behandlungsbeginn, T2 = Behandlungs-ende, T4 = 6 ½ Jahre nach Behandlungsende.

Variable [Grad]	Messung	Herbst - Gruppe					
		männlich (n=15)		weiblich (n=21)		Diff. männlich / weiblich	
		MW	SD	MW	SD	MW(D)	t
α	T2 - T1	0,2	0,99	0,6	0,58	0,4	1,38 (n.s.)
	T4 - T1	-0,6	1,48	0,3	1,16	0,9	1,74 (n.s.)
	T4 - T2	-0,8	1,93	-0,3	0,98	0,5	0,85 (n.s.)
φ	T2 - T1	0,8	1,31	1,1	0,60	0,4	0,98 (n.s.)
	T4 - T1	-1,0	1,65	1,3	0,72	2,3	4,84 (***)
	T4 - T2	-1,7	1,99	0,1	0,81	1,9	3,42 (**)
γ	T2 - T1	2,5	1,75	2,0	1,60	0,5	0,81 (n.s.)
	T4 - T1	5,4	3,23	3,6	2,70	1,8	1,54 (***)
	T4 - T2	2,8	3,68	1,6	2,85	1,3	0,99 (**)
ψ	T2 - T1	3,9	2,28	3,4	5,33	0,5	0,29 (n.s.)
	T4 - T1	6,4	4,91	3,6	5,28	2,8	1,34 (***)
	T4 - T2	2,5	4,46	0,2	2,36	2,3	1,69 (**)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 33: Flächenvariablen (vgl. Abb. 8) der **Herbst-Gruppe** bei Behandlungsbeginn (T1), -ende (T2) und zu den Nachuntersuchungen 3 Jahre (T3) und 6 ½ Jahre (T4) nach Behandlungsende.

Variable [mm²]	Zeitpunkt	Herbst-Gruppe					
		männlich (n=15)		weiblich (n=21)		gesamt (n=36)	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD
KBA	T1	2740	211	2708	222	2721	215
	T2	2862	220	2853	206	2857	209
	T3	3205	234	3016	227	3086	242
	T4	3378	266	3091	231	3207	281
ABA	T1	1568	158	1446	165	1497	171
	T2	1681	174	1591	157	1628	168
	T3	1744	172	1682	173	1705	169
	T4	1832	205	1721	170	1767	191

Tabelle 34: Veränderungen der Flächenvariablen (vgl. Abb. 8) der **Herbst-Gruppe** in verschiedenen Untersuchungszeiträumen. T1 = Behandlungsbeginn, T2 = Behandlungsende, T4 = 6 ½ Jahre nach Behandlungsende.

Variable [mm²]	Zeitraum [Jahre]	Herbst - Gruppe								
		männlich (n=15)			weiblich (n=21)			gesamt (n=36)		
		MW	SD	t	MW	SD	t	MW	SD	t
KBA	T2 - T1	121,7	55,00	8,28 (***)	145,0	58,44	9,29 (***)	135,3	57,42	8,82 (***)
	T4 - T1	637,3	212,42	11,23 (***)	383,0	100,40	14,27 (***)	489,0	199,94	9,15 (***)
	T4 - T2	515,6	241,23	8,00 (***)	238,0	113,09	7,87 (***)	353,7	223,29	5,93 (***)
ABA	T2 - T1	112,8	81,01	5,21 (***)	145,1	63,14	8,60 (***)	131,6	71,86	6,85 (***)
	T4 - T1	263,1	137,04	7,18 (***)	274,9	72,12	14,26 (***)	270,0	102,56	9,85 (***)
	T4 - T2	150,3	189,33	2,97 (*)	129,9	75,47	6,44 (***)	138,4	133,03	3,89 (***)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

Tabelle 35: Vergleich der Veränderungen der Flächenvariablen (vgl. Abb. 8) männlicher und weiblicher Patienten der **Herbst-Gruppe** in verschiedenen Untersuchungszeiträumen. T1 = Behandlungsbeginn, T2 = Behandlungs-ende, T4 = 6 ½ Jahre nach Behandlungsende.

Variable [mm²]	Messung	Herbst - Gruppe					
		männlich (n=15)		weiblich (n=21)		Diff. männlich / weiblich	
		MW	SD	MW	SD	MW(D)	t
KBA	T2 - T1	121,7	55,00	145,0	58,44	23,4	1,01 (n.s.)
	T4 - T1	637,3	212,42	383,0	100,40	254,3	4,14 (***)
	T4 - T2	515,6	241,23	238,0	113,09	277,7	3,99 (***)
ABA	T2 - T1	112,8	81,01	145,1	63,14	32,3	1,14 (n.s.)
	T4 - T1	263,1	137,04	274,9	72,12	11,8	0,29 (n.s.)
	T4 - T2	150,3	189,33	129,9	75,47	20,5	0,39 (n.s.)

$p < 0,001 = ***$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,05 = *$, $p \geq 0,05 = \text{n.s. (nicht signifikant)}$

5.5 Gegenüberstellung der Patientengruppen

Die Gegenüberstellung der einzelnen Patientengruppen mit der Kontrollgruppe (Bolton-Standards) ist in den Abbildungen 13 – 21 dargestellt. Dabei werden gleiche Behandlungsschritte (Auswertungszeitpunkte) miteinander verglichen. Es ist zu berücksichtigen, daß den Bolton – Standards eine gemischte Gruppe von weiblichen und männlichen Patienten zugrunde liegt.

Die Gegenüberstellung der einzelnen Patientengruppen untereinander (aufgeteilt nach männlichen und weiblichen Patienten sowie der Gesamtgruppe) ist in den Abbildungen 22 – 25 zu sehen.

5.5.1 Aktivator-Gruppe / Bolton-Standards

In den folgenden Abb. 13 und Abb. 14 werden die aus der Behandlung mit dem Aktivator resultierenden Effekte dargestellt. Dazu werden die Apikalbasis- und Kieferbasisdreiecke der Aktivator – Gruppe zu den Untersuchungszeitpunkten mit den entsprechenden Dreiecken der Bolton-Standards überlagert. Die Abweichungen der linearen, angulären und Flächenvariablen sind jeweils angegeben.

Bei Behandlungsende ist deutlich eine Vergrößerung der Abweichungen der Länge der apikalen Unterkieferbasis (Ba–B) und der Höhe der apikalen (A–B) sowie skelettalen (Sp–Gn) Oberkiefer-/ Unterkieferbasis gegenüber der Kontrollgruppe festzustellen. Die Differenzen der Längen der skelettalen (Ba–Sp) und apikalen (Ba–A) Oberkieferbasis änderten sich nur geringfügig. Desweiteren hat sich die Länge der skelettalen Unterkieferbasis (Ba–Gn) der Norm angeglichen.

Die vertikale skelettale (α) bzw. apikale (ϕ) Oberkiefer-/ Unterkieferbasis – Angulationen weisen geringe, die sagittale skelettale (γ) bzw. apikale (Ψ) Oberkiefer-/ Unterkieferbasis – Angulation deutliche Abweichungen gegenüber den Bolton – Standards auf.

Kieferbasisarea (KBA) und Apikalbasisarea (ABA) weisen eine deutliche Zunahme des Flächenwachstums gegenüber der Kontrollgruppe auf.

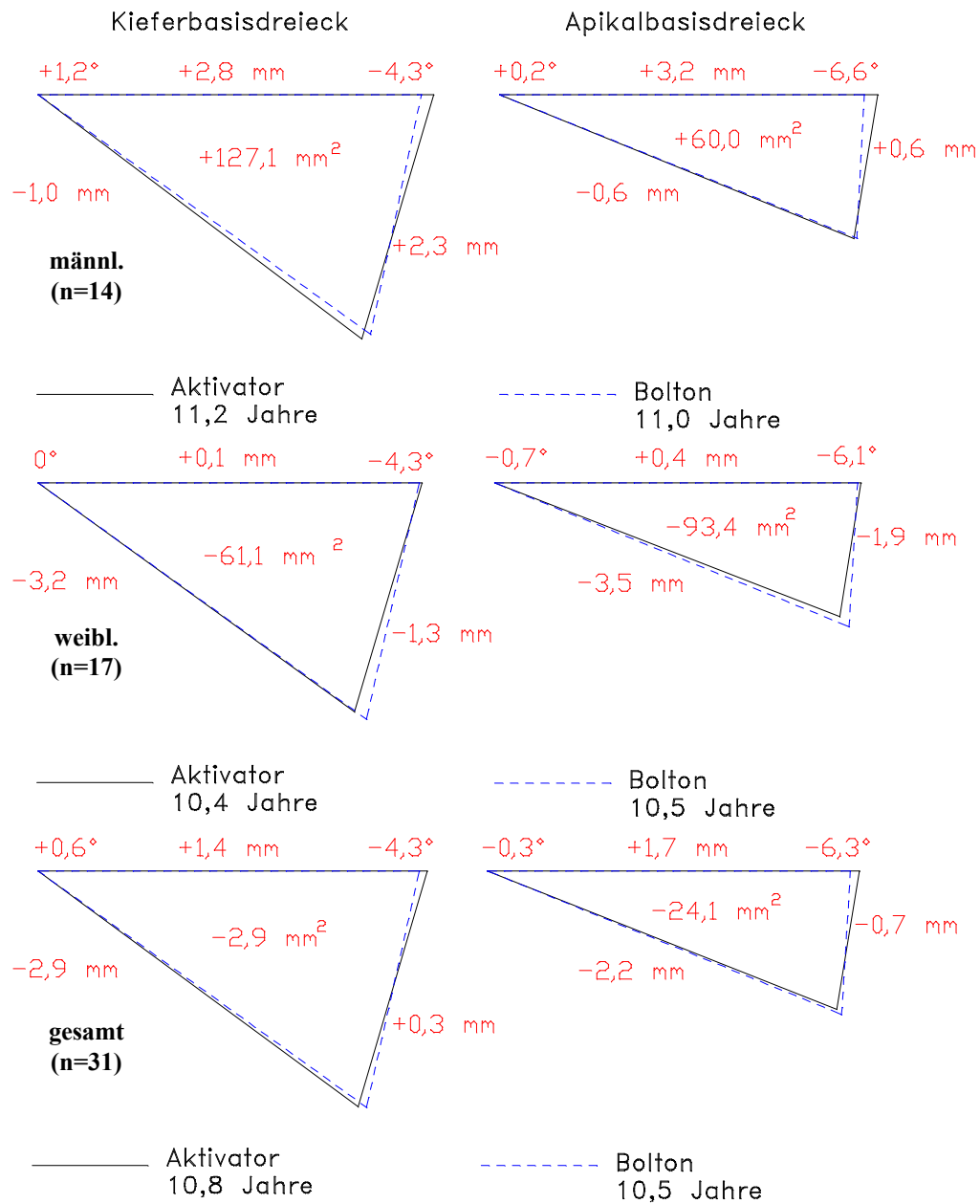


Abb. 13: Darstellung der durchschnittlichen Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der **Aktivator-Gruppe** (männlich, weiblich, gesamt) bei Behandlungsbeginn (T1) im Vergleich mit den Bolton-Standards.

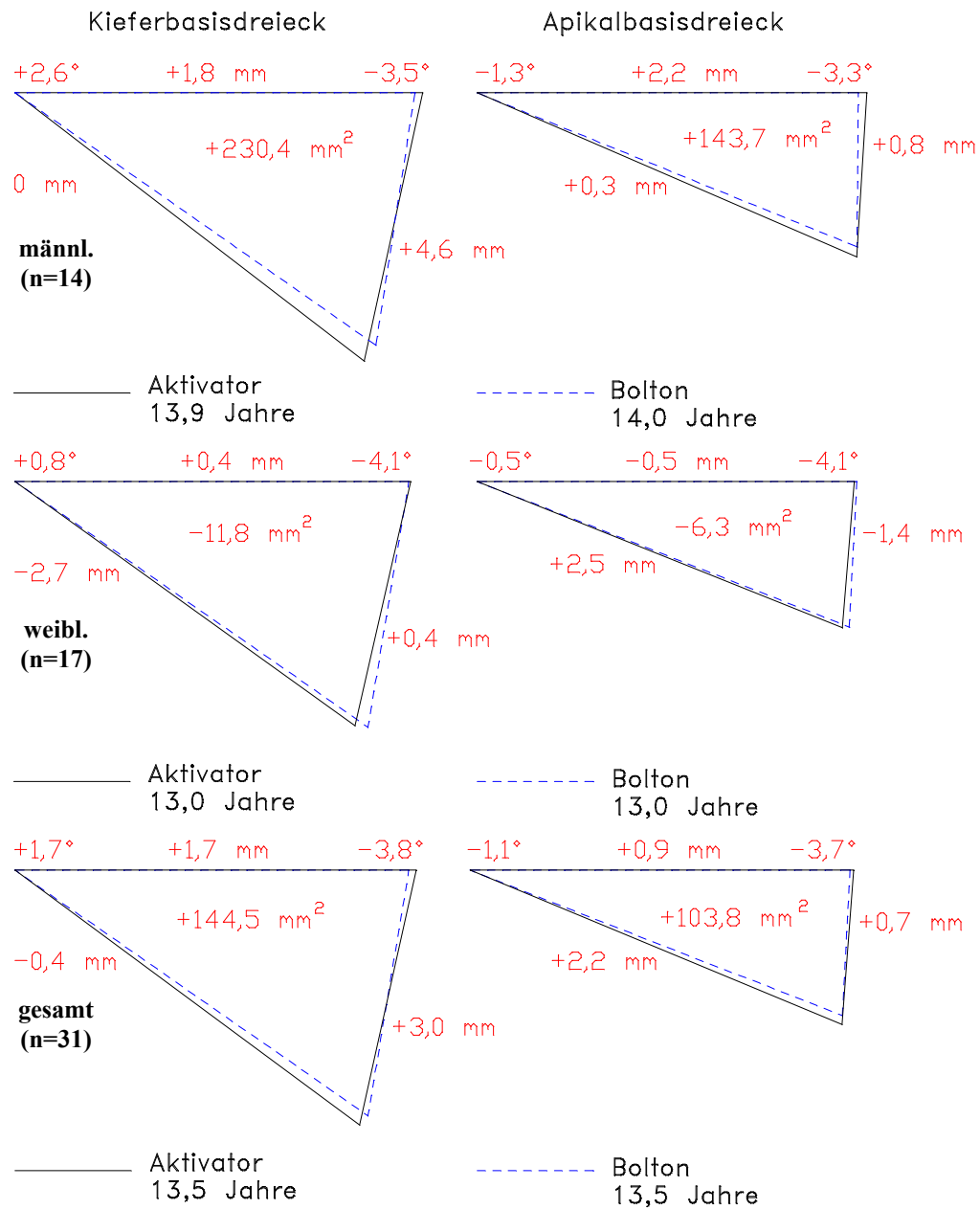


Abb. 14: Darstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der **Aktivator-Gruppe** (männlich, weiblich, gesamt), bei Behandlungsende (nach 3-jähriger Behandlung, T3), im Vergleich mit den Bolton-Standards.

5.5.2 Bass-Gruppe / Bolton-Standards

In den folgenden Abb. 15 bis Abb. 17 werden die aus der Behandlung mit der Bass – Apparatur resultierenden Effekte dargestellt. Dazu werden die Apikalbasis- und Kieferbasisdreiecke der Bass – Gruppe zu den Untersuchungszeitpunkten mit den entsprechenden Dreiecken der Bolton – Standards überlagert. Dabei ist zu beachten, daß die Bass – Gruppe nur männliche Patienten beinhaltet (Bolton-Standards: gemischte Probandengruppe). Die Abweichungen der linearen, angulären und Flächenvariablen sind jeweils angegeben.

Bei Behandlungsende ist deutlich eine Vergrößerung der Abweichungen der linearen Variablen Ba-Gn, Ba-B und A-B gegenüber den Bolton-Standards festzustellen, während sich die Abweichungen von Ba-Sp, Ba-A und Sp-Gn nur geringfügig ändern.

Weiterhin ist deutlich eine Normalisierung der skelettalen Lage von Ober- und Unterkiefer zu erkennen (Angleichung der sagittalen skelettalen und apikalen Oberkieferbasis- / Unterkieferbasis-Angulation). Dieser Trend setzt sich in den folgenden Jahren fort.

Kieferbasisarea (KBA) und Apikalbasisarea (ABA) weisen eine deutliche Zunahme des Flächenwachstums gegenüber der Kontrollgruppe auf.

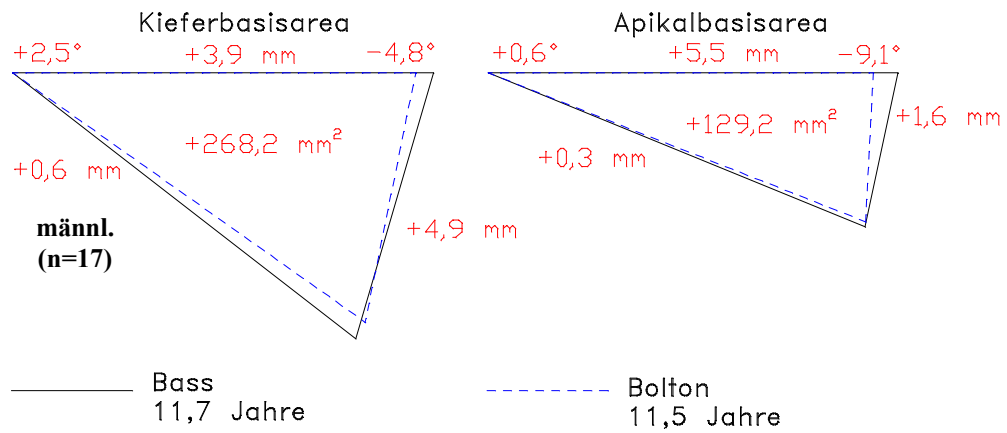


Abb. 15: Darstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der männlichen Patienten der **Bass-Gruppe** bei Behandlungsbeginn (T1) im Vergleich mit den Bolton-Standards.

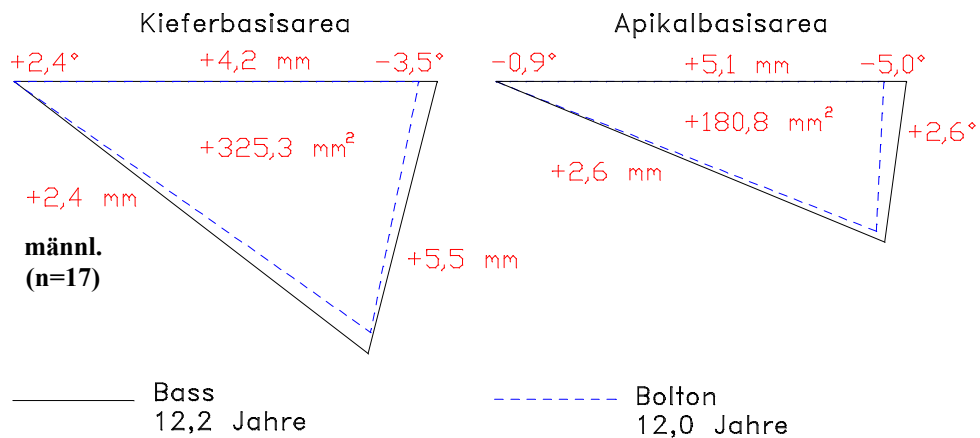


Abb. 16: Darstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der männlichen Patienten der **Bass-Gruppe** bei Behandlungsende T2 (nach 1/2-jähriger Behandlung), im Vergleich mit den Bolton-Standards.

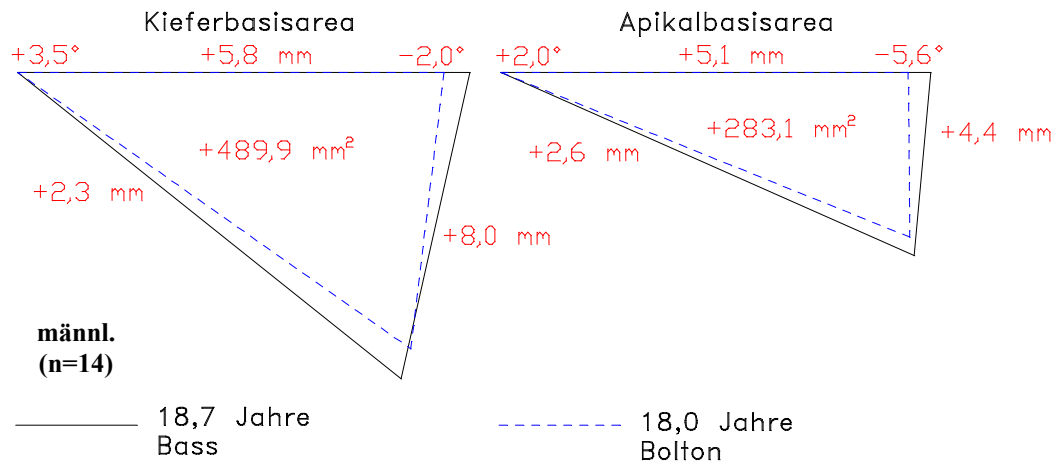


Abb. 17: Darstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der Patienten der **Bass-Gruppe**, 6 ½ Jahre nach Behandlungsende (**T4**), im Vergleich mit den Bolton-Standards.

5.5.3 Herbst-Gruppe / Bolton-Standards

In den folgenden Abb. 18 bis Abb. 21 werden die aus der Behandlung mit dem Herbstscharnier resultierenden Effekte dargestellt. Dazu werden die Apikalbasis- und Kieferbasisdreiecke der Herbst-Gruppe zu den Untersuchungszeitpunkten mit den entsprechenden Dreiecken der Bolton-Standards überlagert. Die Abweichungen der linearen, angulären und Flächenvariablen sind jeweils angegeben.

Bei Behandlungsende ist deutlich eine Vergrößerung der Abweichungen der Länge der apikalen Unterkieferbasis (Ba-B) und der Höhe der apikalen (A-B) sowie skelettalen (Sp-Gn) Oberkiefer-/ Unterkieferbasis gegenüber der Kontrollgruppe festzustellen. Diese rezidivieren jedoch in den folgenden Jahren nach der Behandlung. Die Differenzen der Längen der skelettalen (Ba-Sp) und apikalen (Ba-A) Oberkieferbasis sowie die Länge der skelettalen Unterkieferbasis (Ba-Gn) änderten sich nur geringfügig.

Die vertikale skelettale (α) bzw. apikale (ϕ) Oberkiefer-/ Unterkieferbasis – Angulationen weisen geringe, die sagittale skelettale (γ) bzw. apikale (Ψ) Oberkiefer-/ Unterkieferbasis – Angulation erhebliche Abweichungen gegenüber den Bolton – Standards auf, wobei Ψ und γ sich den Bolton-Standards deutlich annähern.

Kieferbasisarea (KBA) und Apikalbasisarea (ABA) weisen eine deutliche Zunahme des Flächenwachstums gegenüber der Kontrollgruppe auf. Diese verringert sich jedoch in den Jahren nach Behandlungsende.

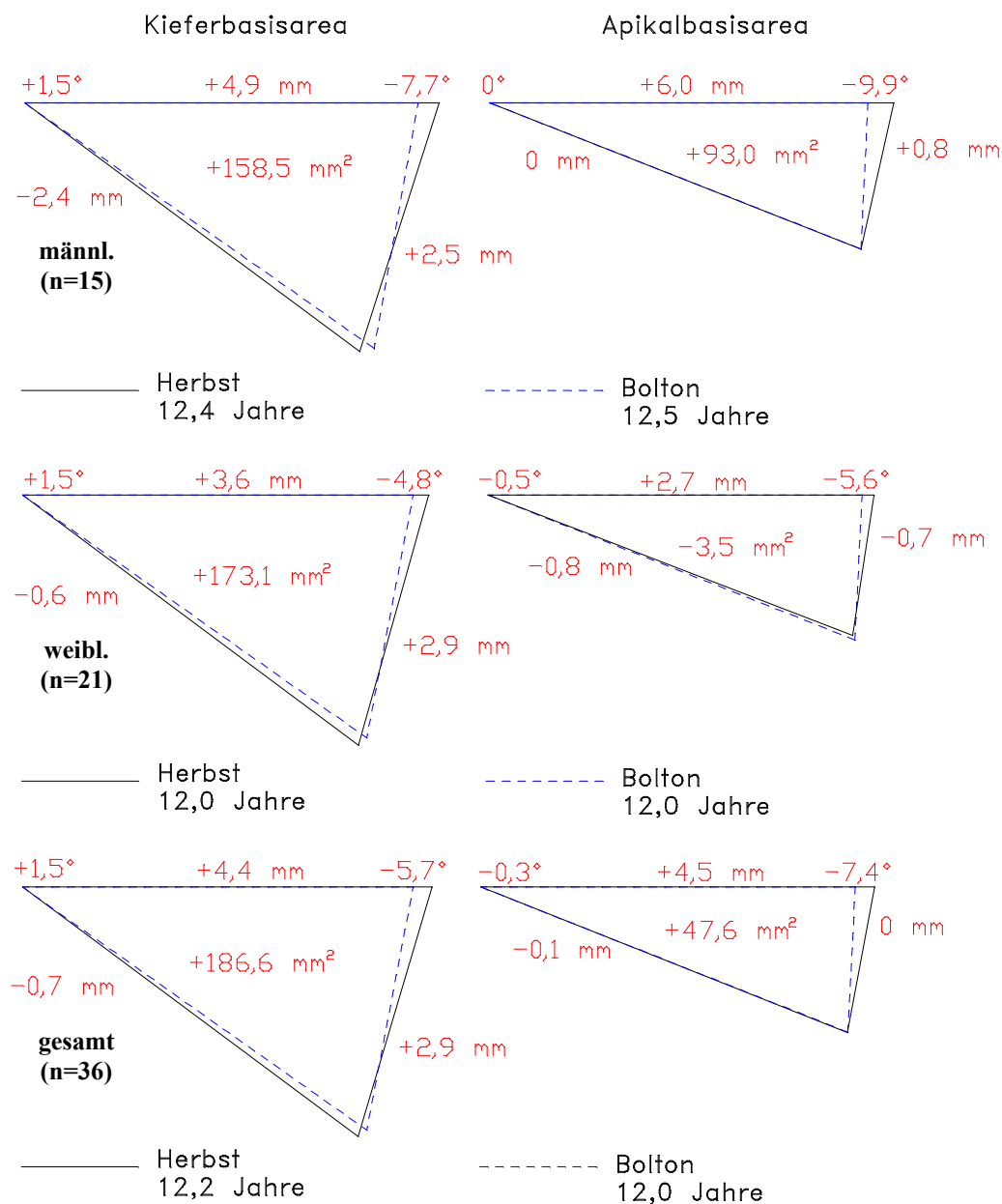


Abb. 18: Darstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der männlichen und weiblichen Patienten sowie des Gesamtdurchschnitts der **Herbst-Gruppe** bei Behandlungsbeginn (T1) im Vergleich mit den Bolton-Standards.

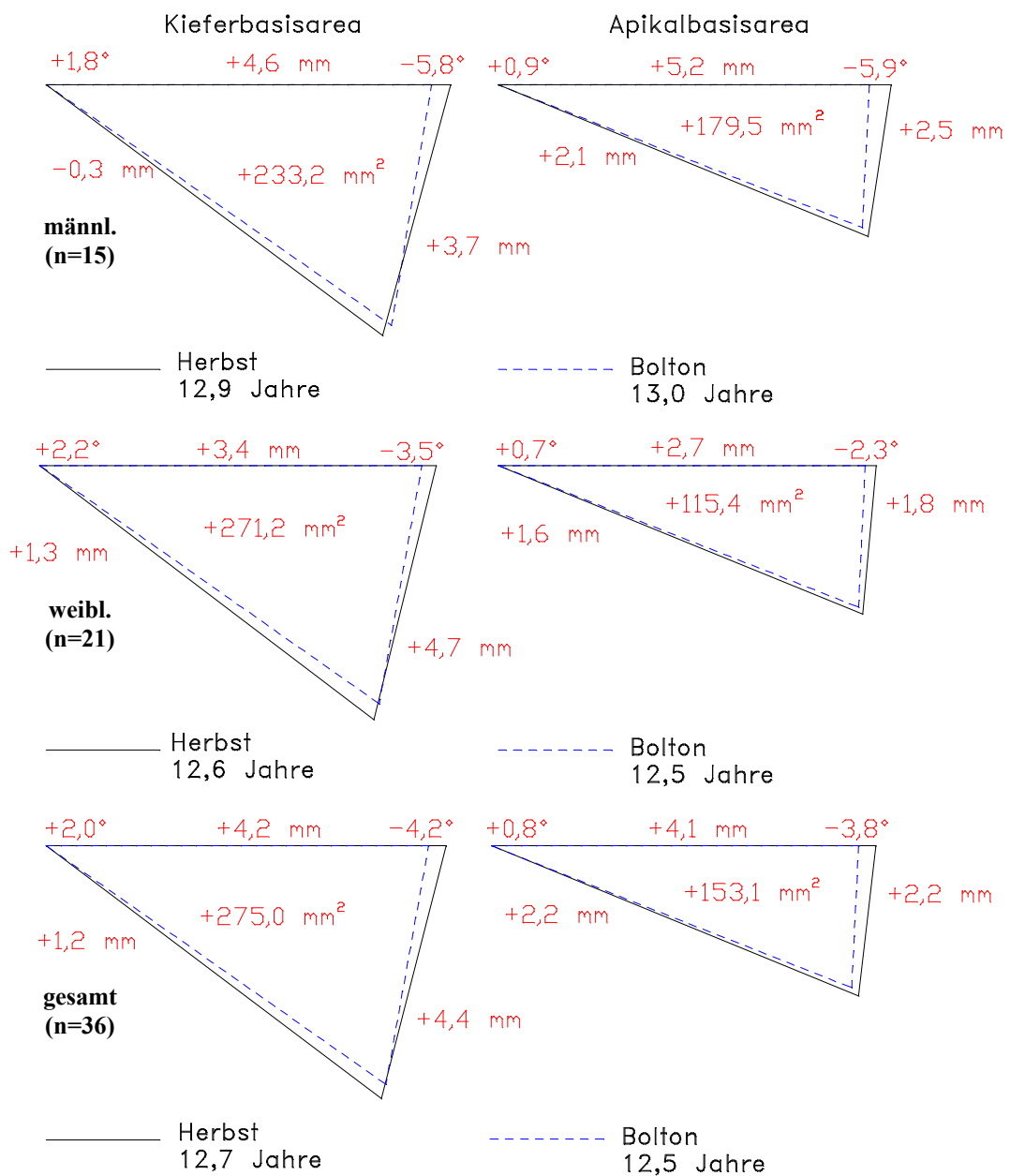


Abb. 19: Darstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der männlichen und weiblichen Patienten sowie des Gesamtdurchschnitts der **Herbst-Gruppe** bei Behandlungsende **T2** (nach ½-jähriger Behandlung), im Vergleich mit den Bolton-Standards.

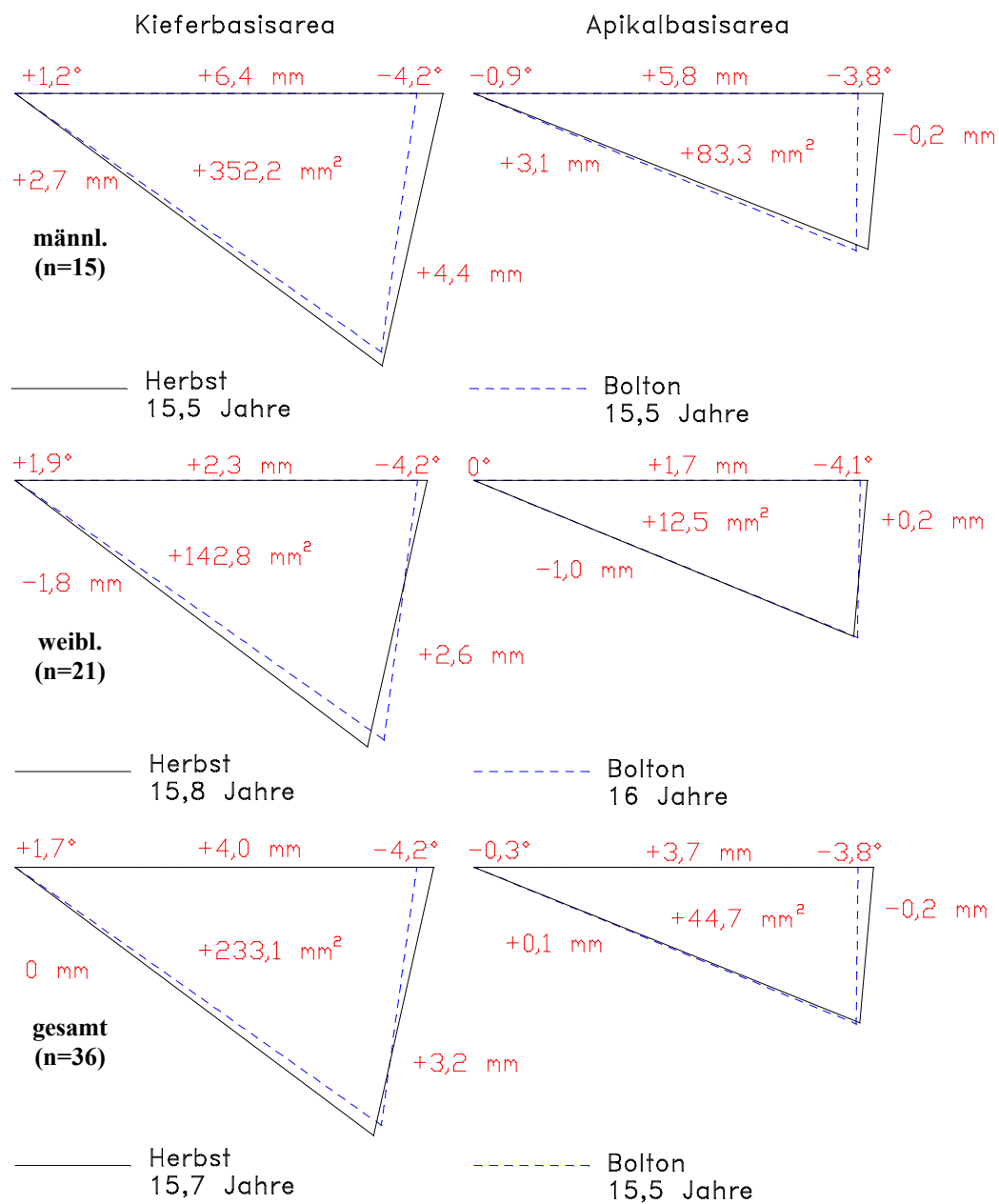


Abb. 20: Darstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der Patienten der **Herbst-Gruppe**, 3 Jahre nach Behandlungsende (**T3**), im Vergleich mit den Bolton-Standards.

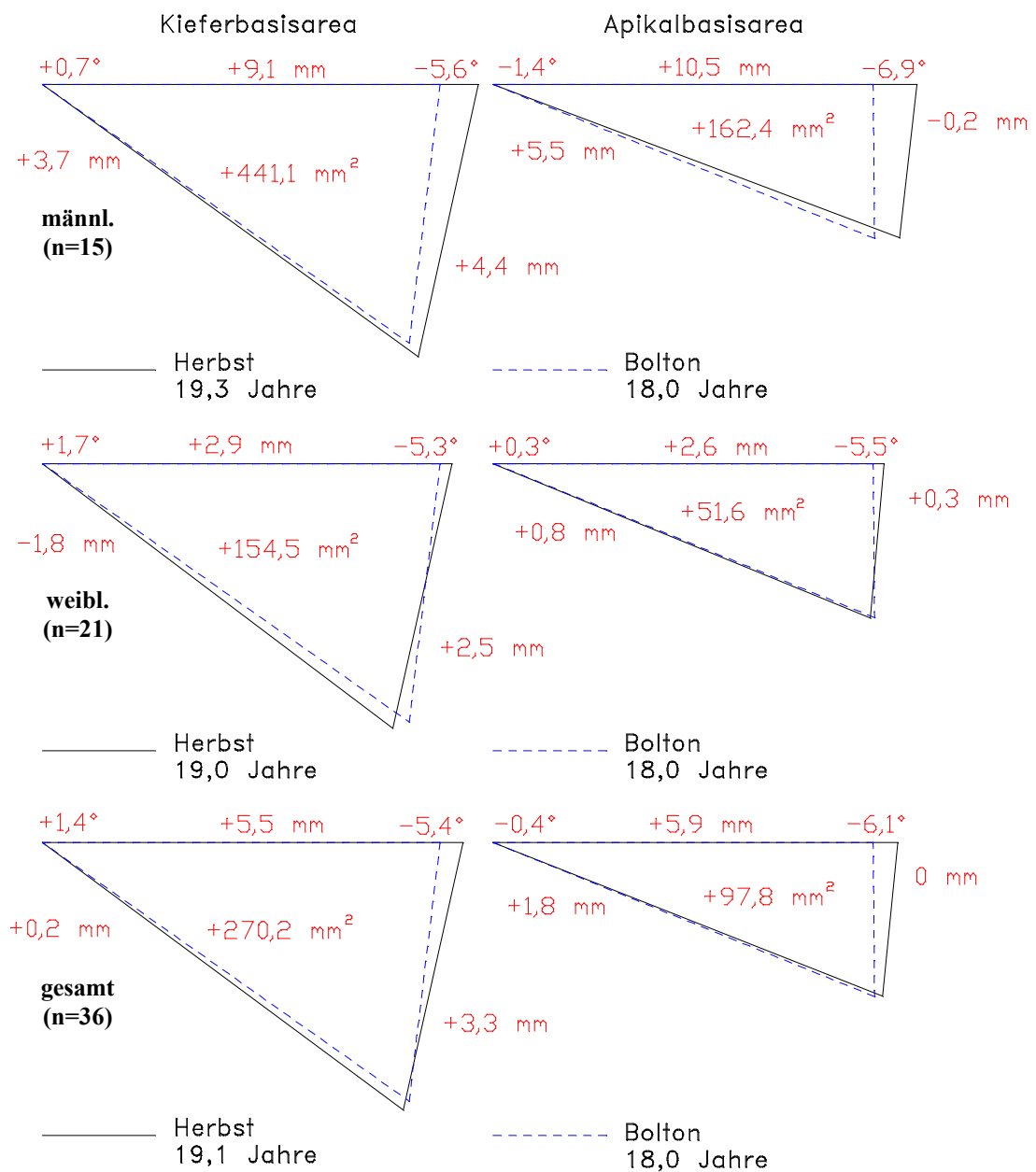


Abb. 21: Darstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der männlichen und weiblichen Patienten sowie des Gesamtdurchschnitts der **Herbst-Gruppe**, 6 ½Jahre nach Behandlungsende (**T4**), im Vergleich mit den Bolton-Standards.

5.5.4 Patientengruppen bei T1

In Abb. 22 sind die Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke aller Patientengruppen bei Behandlungsbeginn (T1) grafisch dargestellt. Die Aktivator – Gruppe beinhaltet die jüngsten Patienten (durchschnittlich 10,6 Jahre). Daher weisen sie die kleinsten Werte für die linearen und die Flächenvariablen auf. Die nächst höheren Werte sind bei der Bass – Gruppe zu finden (Durchschnittsalter 11,7 Jahre, ausschließlich männliche Patienten), gefolgt von den Patienten der Herbst – Gruppe (Durchschnittsalter 12,2 Jahre). Die angulären Variablen sind bei Behandlungsbeginn bei allen Gruppen nahezu gleich.

Die Zahlenwerte für die linearen, angulären und Flächenvariablen sind für die Aktivator – Gruppe aus Tabelle 12 und Tabelle 18, für die Bass-Gruppe aus Tabelle 21, Tabelle 23 und Tabelle 25 und für die Herbst-Gruppe aus Tabelle 27, Tabelle 30 und Tabelle 33 zu entnehmen.

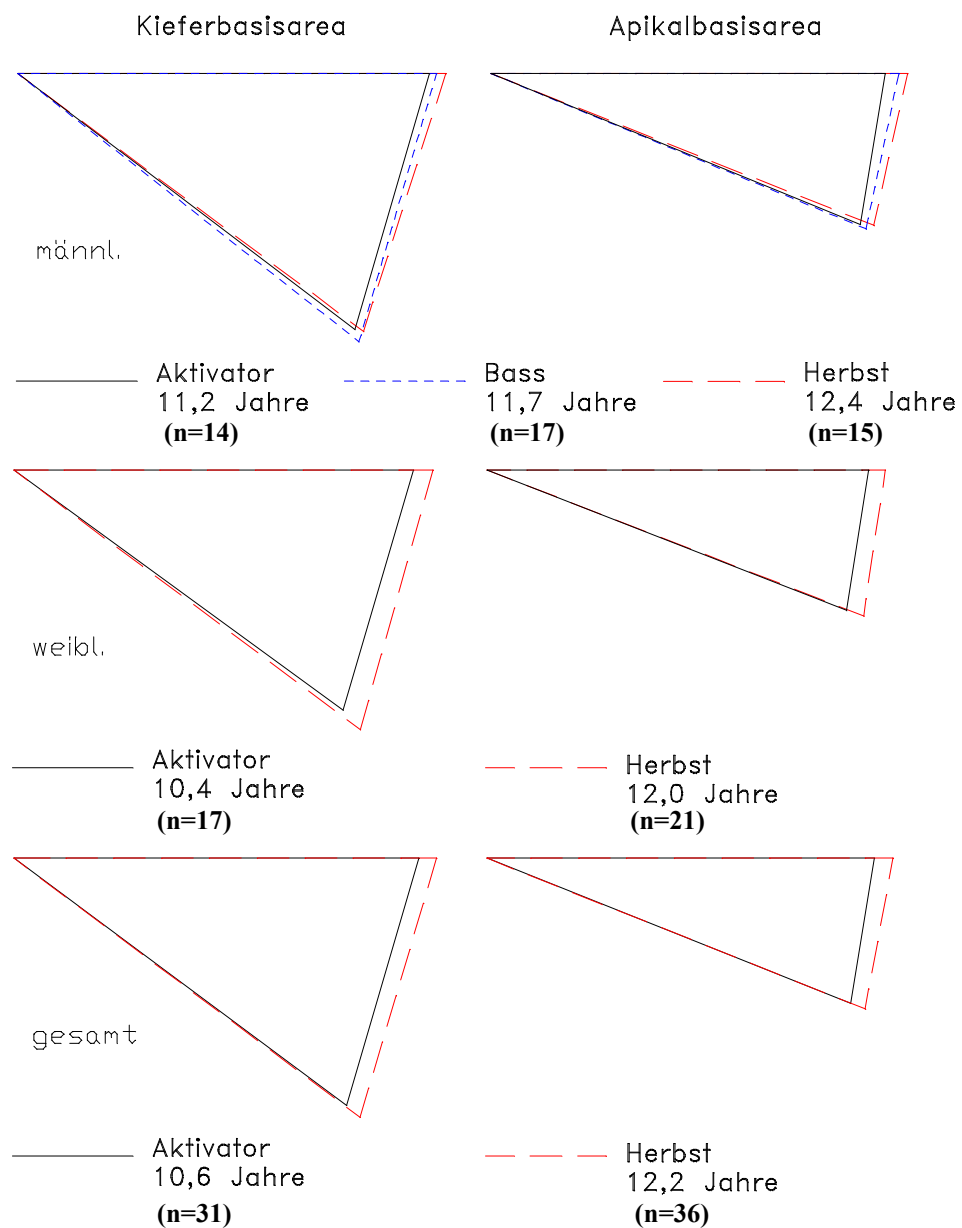


Abb. 22: Darstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der männlichen und weiblichen Patienten sowie des Gesamtdurchschnitts der drei Behandlungsgruppen (**Aktivator**, **Herbst**, **Bass**) bei Behandlungsbeginn (**T1**).

5.5.5 Patientengruppen bei T2

In der folgenden Abb. 23 sind die Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der Bass- und Herbst-Gruppe zum Ende der ½-jährigen Behandlung (T2) dargestellt. Da die Bass-Gruppe nur aus männlichen Patienten bestand, wurden zur besseren Vergleichbarkeit nur die männlichen Patienten der Herbst-Gruppe berücksichtigt. Da die Behandlung der Patienten der Aktivator-Gruppe nach ½ Jahr noch nicht abgeschlossen war (die Behandlung mittels Aktivator dauert ca. 3 Jahre), wurde die Gruppe an dieser Stelle nicht berücksichtigt.

Es ist zu erkennen, daß die Werte der linearen und der Flächenvariablen der Herbst-Gruppe aufgrund der älteren Patienten gegenüber der Bass-Gruppe sämtlich größer sind. Die angulären Variablen sind nahezu gleich.

Die Zahlenwerte für die linearen, angulären und Flächenvariablen sind für die Bass-Gruppe aus Tabelle 21, Tabelle 23 und Tabelle 25 und für die Herbst-Gruppe aus Tabelle 27, Tabelle 30 und Tabelle 33 zu entnehmen.

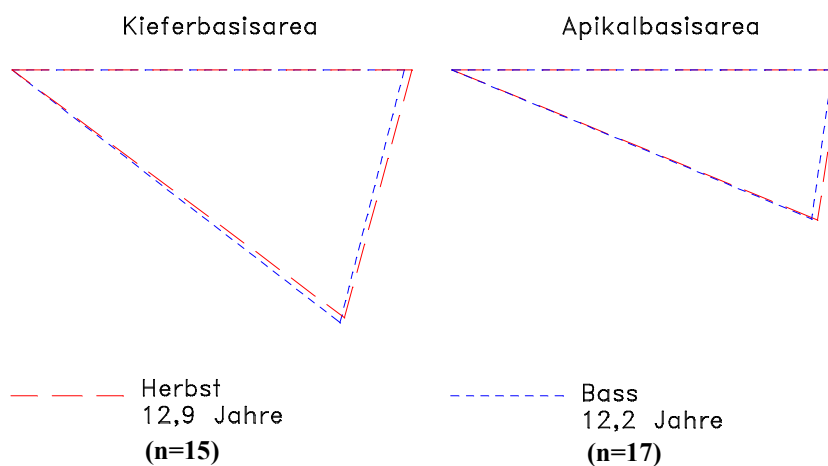


Abb. 23: Darstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der männlichen Patienten der **Bass-** und **Herbst-Gruppe** bei Behandlungsende T2 (nach ½-jähriger Behandlung).

5.5.6 Patientengruppen bei T3

In der Abb. 24 sind die Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der Aktivator- und Herbst-Gruppe dargestellt. Der Zeitpunkt T3 entspricht 3 Jahre nach der Herbst - Behandlung sowie dem Endzeitpunkt der 3-jährigen Aktivator - Behandlung.

Es ist zu erkennen, daß die Werte der linearen und der Flächenvariablen der Herbst-Gruppe aufgrund der älteren Patienten gegenüber der Aktivator-Gruppe alle größer sind. In bezug auf die Werte der angulären Variablen der beiden Gruppen sind nur geringe Unterschiede festzustellen.

Die Zahlenwerte für die linearen, angulären und Flächenvariablen sind für die Aktivator-Gruppe aus Tabelle 12 und Tabelle 18 und für die Herbst-Gruppe aus Tabelle 27, Tabelle 30 und Tabelle 33 zu entnehmen.

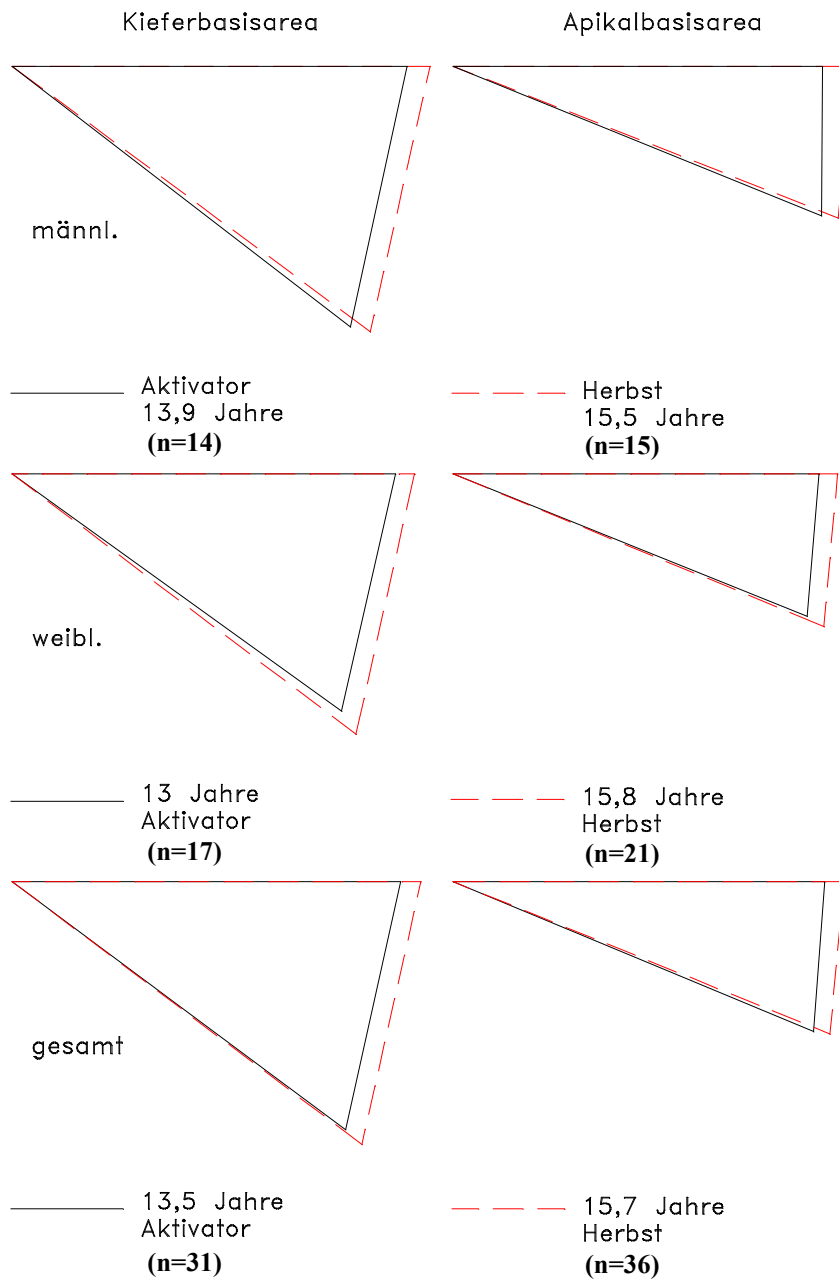


Abb. 24: Gegenüberstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der männlichen und weiblichen Patienten sowie des Gesamtdurchschnitts der **Aktivator- und Herbst-Gruppe**, zum Zeitpunkt **T3** (Behandlungsende der Aktivator-Gruppe; 3 Jahre nach Behandlungsende der Herbst-Gruppe)

5.5.7 Patientengruppen bei T4

In der folgenden Abb. 25 sind die Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der Bass- und Herbst – Gruppe, 6 ½ Jahre nach Behandlungsende (T4) dargestellt. Von der Aktivator-Gruppe lagen keine FRS von diesem Zeitpunkt vor. Wie bereits in Kapitel 5.5.5 wurden zur besseren Vergleichbarkeit nur die männlichen Patienten der Herbst-Gruppe berücksichtigt.

Wiederum ist festzustellen, daß die Werte der linearen und der Flächenvariablen der Herbst – Gruppe aufgrund der älteren Patienten gegenüber der Bass-Gruppe größer sind. Die Unterschiede der angulären Variablen sind wiederum gering.

Die Zahlenwerte für die linearen, angulären und Flächenvariablen sind für die Bass-Gruppe aus Tabelle 21, Tabelle 23 und Tabelle 25 und für die Herbst-Gruppe aus Tabelle 27, Tabelle 30 und Tabelle 33 zu entnehmen.

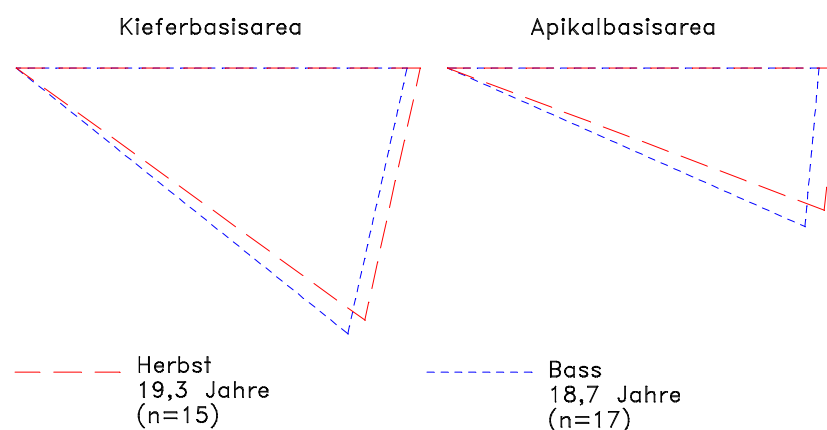


Abb. 25: Gegenüberstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisdreiecke der männlichen Patienten der **Bass- und Herbst-Gruppe**, 6 ½ Jahre nach Behandlungsende (**T4**).

6 DISKUSSION

Die klassische Vorgehensweise bei der Analyse von Fernröntgen-Seitenbildern besteht in der Superposition der Bilder über die Nasion-Sella-Linie, als gedachte stabile Referenzlinie. Kritiker dieser Methode merken jedoch an, daß die Meßpunkte Nasion und Sella in ihrer Lage vom Wachstum der nasofrontalen Sutur bzw. der Hypophyse und der Pneumatisation der benachbarten Knochenhöhlen beeinflusst werden. Somit kann sich eine Verschiebung von Nasion (N) und Sella (S) zur eigentlichen vorderen Schädelbasis ergeben^{15,17} und dadurch der Gebrauch der NS-Linie irreführend sein. Anstatt dessen wird ein „stabiles“ Referenzsystem außerhalb des Gesichtsschädels, das von Wachstumsveränderungen weitgehend unbeeinflusst ist, vorgeschlagen^{15,31}.

Diesem Ansatz folgend wurde in dieser Arbeit basierend auf den Ergebnissen von Coben¹³, Seward⁵⁷, und Falck und Fränkel¹⁶ das Basion als stabiler occipitaler Referenzpunkt gewählt. Aufgrund der frühen Verknöcherung (3.-4. Lebensjahr) der occipitalen Strukturen um die Wirbelsäule ist im weiteren Wachstumsverlauf an dieser Stelle mit keinen nennenswerten Veränderungen zu rechnen.

6.1 Patientengut

Patienten der Untersuchungsgruppen

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 84 Patienten mit derselben Dysgnathie (Angle-Klasse II.1) im Alter von 8 bis 22 Jahren untersucht. Davon waren 38 weiblich und 46 männlich. Dadurch, daß die Patienten alle einer ethnischen Gruppe (Europäer) angehörten, kann davon ausgegangen werden, daß alle einen ähnlichen Gesichtsschädelaufbau aufwiesen.

Probanden der Kontrollgruppe

Optimal für die genaue Beurteilung der Ergebnisse dieser Untersuchung wäre als Kontrollgruppe ein Kollektiv von unbehandelten Probanden mit Angle Klasse II Dysgnathie gewesen. Entsprechende Untersuchungen sind jedoch schon allein aus ethischen Gründen nicht realisierbar.

Repräsentativ für das Normalwachstum des Schädels unbehandelter Probanden wurden anstelle dessen die kephalometrischen Werte einer Wachstumsstudie von Idealokklusionsfällen zugrunde gelegt, die im The Bolton-Brush Growth Study Center in Cleveland, Ohio durchgeführt und 1975 unter dem Titel „Bolton Standards of Dentofacial Developmental Growth“¹¹ veröffentlicht worden ist. Die untersuchten Probanden gehörten alle der Gruppe der sog. Kaukasier an.

Von diesen Probanden wurde jährlich im Alter von 1 bis 18 Jahren ein Fernröntgenseitenbild des Schädels angefertigt. Die Tracings der FRS jedes Jahres von 32 Probanden wurden jeweils zu einem gemittelten Tracing zusammengefaßt. Dadurch liegen zu gleichmäßigen Zeitabständen Bilder vor, was eine Vergleichbarkeit bei allen Altersstufen ermöglicht. Durch die homogene Zusammensetzung der Probandengruppe (16 weibliche und 16 männliche) ergeben sich ausgewogene, repräsentative Normalwachstumswerte.

Bei der Gegenüberstellung von den in dieser Arbeit ermittelten Meßwerten der drei Behandlungsgruppen mit den Bolton-Standards ist zu berücksichtigen, daß die vorliegenden gemittelten Tracings eine homogene Gruppe, gemischt aus weiblichen und männlichen Probanden, repräsentieren. Dies macht eine nach Geschlecht getrennte Gegenüberstellung mit den Patientengruppen unmöglich.

Es ist auch zu beachten, daß die Tracings der Bolton-Gruppe lediglich nur bis zum 18. Lebensjahr vorliegen. Die Patienten der Bass- und der Herbst-Gruppe waren zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung (T4) jedoch bis zu 22 Jahre alt. Während

Taranger und Hägg⁵⁹ davon ausgehen, daß Mädchen durchschnittlich mit 16,7 Jahren und Jungen mit 18,8 Jahren ausgewachsen sind, ist es nicht auszuschließen, daß bei den Bolton-Jungen auch nach dem 18. Lebensjahr durchaus noch ein Wachstum erfolgt haben könnte¹⁰.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, daß die Fernröntgenseitenbilder der Bolton – Standards zwischen 1930 und 1950 angefertigt wurden; d.h. die dieser Arbeit zugrunde liegenden FRS entstanden ca. 35 Jahre später. Im Laufe einer solchen Zeitspanne sind Veränderungen des allgemeinen Wachstumsverhaltens nicht auszuschließen.

6.2 Methode

Die Bestimmbarkeit der kephalometrischen Punkte wird u.a. von der Qualität des Röntgenbildes, der Dichte der betrachteten Struktur und von der Erfahrung des Betrachters beeinflusst⁴⁹. Deshalb wurde darauf geachtet, daß die vorliegenden Röntgenbilder hohen qualitativen Anforderungen entsprachen. Weiterhin wurde das Durchzeichnen der FRS von der gleichen Person ausgeführt, um den Methodenfehler zu minimieren. Um auch vergleichbare Meßergebnisse zu erhalten, wurden die anschließend gemessenen Variablenwerte mit Hilfe entsprechender Vergrößerungsfaktoren der Röntgenverfahren in Gießen, Malmö (Schweden) und Stockholm (Schweden) auf natürliche Größe gebracht.

6.3 Ergebnisse

Bei der Deutung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, daß das Durchschnittsalter der Patienten der drei untersuchten Gruppen zu den Vergleichszeitpunkten verschieden war. D.h., es lag ein unterschiedlich weit fortgeschrittenes Kieferwachstum der Patienten in den einzelnen Gruppen vor. Daraus folgt, daß die Patienten variierende Anfangswerte bei den untersuchten Variablen aufweisen können, und daß das Wachstumspotential unterschiedlich sein kann.

Sagittale Kieferlageveränderungen

Die sagittale Veränderung der Kieferlage wurde durch die linearen Variablen Ba-Sp, Ba-A (Oberkiefer) sowie Ba-Gn, Ba-B (Unterkiefer) beschrieben.

Behandlungszeitraum T2 – T1 (Bass, Herbst); T3 – T1 (Aktivator)

Entgegen den Angaben in der Literatur, wo für die Behandlung mit dem Aktivator³ und mit der Herbst - Apparatur³⁵ eine hemmende Wirkung auf das Oberkieferwachstum aufgezeigt wurde, konnte bei allen Patientengruppen in dieser Untersuchung keine solche Hemmung nachgewiesen werden (Abb. 13 und Abb. 14).

Das Unterkieferwachstum wurde während des aktiven Behandlungszeitraums bei allen Gruppen deutlich vergrößert. Gegenüber der Kontrollgruppe waren deutliche Längenzunahmen der entsprechenden linearen Variablen (Ba-Gn, Ba-B) festzustellen. Dies könnte bei der Herbst- (Abb. 18 und Abb. 19) und Bass-Gruppe (Abb. 15 und Abb. 16) auf eine Stimulation des Unterkieferwachstums zurückgeführt werden^{35,44}. Bei der Aktivatorgruppe aber war es wegen der langen Behandlungszeit schwierig, zwischen normalen Wachstumsveränderungen und durch die Apparatur induziertem Wachstum zu differenzieren³⁹.

Die Stimulation des Unterkieferwachstums durch die Herbst- und die Bass – Apparatur sind als gleichwertig einzustufen. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Pancherz et al.⁴⁴ überein, wo statistisch keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich dem Einfluß der Bass- und Herbst-Apparatur auf die Unterkieferbasisposition festzustellen waren. Trotz der erheblich kürzeren Behandlungsdauer ist die Vergrößerung des Unterkieferwachstums durch diese Apparaturen deutlich höher als die durch den Aktivator. Vermutlich hat dies etwas mit der täglichen Tragedauer zu tun: Herbst: 24 Stunden, Bass: 20-22 Stunden, Aktivator: 8-10 Stunden.

Die durchschnittlich höheren Werte für das Unterkieferwachstum der Patienten der Bass-Gruppe lassen sich dadurch erklären, daß diese Gruppe ausschließlich aus

männlichen Patienten bestand, die Bolton-Standards jedoch ein Kollektiv männlicher und weiblicher Probanden darstellt. Es kann davon ausgegangen werden, daß männliche Probanden in der Regel größer sind als weibliche.

Nachuntersuchungszeitraum T4-T2 (Bass, Herbst)

Sowohl die Bass-Gruppe (Abb. 16 und Abb. 17) als auch die Herbst-Gruppe (Abb. 19 und Abb. 21) wiesen am Ende des Nachuntersuchungszeitraums (6 ½ Jahre nach der Behandlung) kein deutlich erhöhtes Oberkieferwachstum gegenüber der Kontrollgruppe auf. In Übereinstimmung hiermit beobachteten Pancherz und Fackel⁴⁵ bei Herbst-Patienten, daß der Oberkiefer das durch die Hemmung während der Behandlung „verlorene“ Wachstum nach abgeschlossener Behandlung wieder einholt. Weiterhin konnte in einer weiteren Herbst-Bass-Studie³³ ein kompensatorisches Oberkieferwachstum nicht nachgewiesen werden.

Hinsichtlich des Unterkieferwachstums im Nachuntersuchungszeitraum war bei den Patienten der Bass-Gruppe sowie der Herbst-Gruppe kein erhöhtes Wachstum des Unterkiefers gegenüber der Kontrollgruppe festzustellen. Daß eine Stimulierung des Unterkieferwachstums auf Sicht nicht möglich ist, stimmt mit den Untersuchungen von Pancherz³⁴, Wieslander und Lagerström⁶¹ und Pancherz und Littmann⁴³ überein.

Vertikale Kieferlageveränderungen

Die vertikale Veränderung der Höhe der skelettalen und apikalen Oberkiefer-/ Unterkieferbasis wurde durch die linearen Variablen Sp-Gn und A-B dargestellt.

Behandlungszeitraum T2 – T1 (Bass, Herbst); T3 - T1 (Aktivator)

Bei allen Patienten war am Ende des Behandlungszeitraumes eine Vergrößerung der Höhe der skelettalen und apikalen Oberkiefer-/ Unterkieferbasis gegenüber der Kontrollgruppe festzustellen (Aktivator: Abb. 13 und Abb. 14, Bass: Abb. 15 und Abb. 16, Herbst: Abb. 18 und Abb. 19). Diese Vergrößerung war bei der Aktivator-Gruppe^{2,3,22} und der Herbst-Gruppe³⁸ sehr deutlich, hingegen bei den Patienten der

Bass-Gruppe gering. Der Effekt ist darauf zurückzuführen, daß bei der Behandlung mit dem Aktivator bzw. mit der Herbst - Apparatur der Unterkiefer in einem Schritt in eine anteriore Kopfbiß-Position gebracht wurde. Dadurch wurde der Überbiß aufgehoben und somit die Höhe der skelettalen und apikalen Oberkiefer-/ Unterkieferbasis vergrößert. Bei der Bass-Apparatur wurde der Kiefer dagegen in mehreren Schritten vorgeholt. Desweiteren intrudierte ein high-pull Headgear die oberen Molaren und wirkte einer Bißhebung entgegen⁸.

Nachuntersuchungszeitraum T4-T2 (Bass, Herbst)

Am Ende des Nachuntersuchungszeitraums war bei den Patienten der Herbst-Gruppe eine deutlich geringere Vergrößerung der Höhe der skelettalen und apikalen Oberkiefer-/ Unterkieferbasis gegenüber der Kontrollgruppe zu verzeichnen (Abb. 19 und Abb. 21). Die Patienten der Bass-Gruppe wiesen hingegen eine deutlich höhere Vergrößerung auf (Abb. 16 und Abb. 17). Bei der Herbst-Gruppe kann diese Veränderung damit erklärt werden, daß die Zähne direkt nach der Behandlung in einer überkorrigierten Klasse I Verzahnung mit den Frontzähnen in Kopfbißstellung stehen. Nach der Behandlung „setzt“ sich die Okklusion, wodurch sich die Höhe der skelettalen und apikalen Oberkiefer-/ Unterkieferbasis verringert⁴¹. Dieses „Rezidiv“ existiert bei der Behandlung mit der Bass - Apparatur nicht. Beim Vergleich der beiden Gerätegruppen muß auch darauf hingewiesen werden, daß die Patienten nach der Initialbehandlung mit der Bass-Apparatur für eine längere Zeit mit einer festsitzenden Multibracket-Apparatur nachbehandelt wurden.

Einfluß des Kieferwachstums auf die Oberkiefer- / Unterkieferbasisangulationen

Die vertikalen bzw. sagittalen skelettalen und apikalen Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis- Angulationen wurden mit den Winkeln α und ϕ (vertikalen skelettale und apikale (ϕ) Oberkieferbasis- / Unterkieferbasis-Angulation) sowie γ und ψ (sagittale skelettale und apikale Oberkieferbasis- / Unterkieferbasis - Angulation) dargestellt.

Behandlungszeitraum T2 – T1 (Bass, Herbst); T3 – T1 (Aktivator)

Die vertikalen skelettalen (α) bzw. apikalen (ϕ) Oberkieferbasis- / Unterkieferbasis-Angulationen erfuhren gegenüber der Kontrollgruppe während des Behandlungszeitraums bei allen Gruppen nur eine geringe Vergrößerung ($\leq 1^\circ$) (Aktivator: Abb. 13 und Abb. 14, Bass: Abb. 15 und Abb. 16, Herbst: Abb. 18 und Abb. 19). Die Änderung des Winkels α war bei keinen der Gruppen signifikant. Die Vergrößerung von ϕ war nur bei den Patienten der Aktivator- ($p < 0,01$) und der Herbst-Gruppe ($p < 0,001$) signifikant (Tabelle 16, Tabelle 31). Das entspricht dem physiologischen Wachstumsmuster der Bolton-Standards.

Bei den sagittalen skelettalen (γ) bzw. apikalen (ψ) Oberkieferbasis- / Unterkieferbasis – Angulationen war gegenüber der Kontrollgruppe eine deutlich größere Winkelvergrößerung erkennbar (Aktivator: Abb. 13 und Abb. 14, Bass: Abb. 15 und Abb. 16, Herbst: Abb. 18 und Abb. 19). Bei nahezu konstanter vertikaler skelettaler (α) bzw. apikaler (ϕ) Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis-Angulation kann von einem direkten Zusammenhang zwischen dem Verhältnis der Strecken Ba-Sp bzw. Ba-A (Oberkieferwachstum) und den Strecken Ba-Gn bzw. Ba-B (Unterkieferwachstum) und der Änderung der sagittalen skelettalen (γ) bzw. apikalen (ψ) Oberkieferbasis- / Unterkieferbasis-Angulationen ausgegangen werden. D.h. γ bzw. ψ veränderten sich proportional zur Änderung des Verhältnisses von Ober- und Unterkieferwachstum.

Die größte Zunahme der sagittalen skelettalen (γ) und apikalen (ψ) Oberkieferbasis- / Unterkieferbasis-Angulation wiesen die Patienten der Aktivator-Gruppe auf (Abb. 13

und Abb. 14). Das kann auf die erheblich längere Tragezeit (ca. 3 Jahre) des Aktivators gegenüber der Bass- und Herbst-Apparatur (ca. 1/2 Jahr) zurückgeführt werden.

Nachuntersuchungszeitraum T4-T2 (Bass, Herbst)

Auch innerhalb des Nachuntersuchungszeitraumes lagen nur geringe Veränderungen der vertikalen skelettalen (α) bzw. apikalen (ϕ) Oberkieferbasis- / Unterkieferbasis – Angulationen der Bass- (Abb. 16 und Abb. 17) und der Herbst-Gruppe (Abb. 19 und Abb. 21) gegenüber der Kontrollgruppe vor. Das bedeutet, daß auch nach Entfernen der Apparaturen das unterstützte physiologische Wachstumsmuster beibehalten wurde.

Die sagittale skelettale (γ) und apikale (ψ) Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis – Angulationen zeigten deutliche Vergrößerungen auf. Dies ist wiederum auf die o.g. Zusammenhänge zwischen der Änderung des Verhältnisses von Ober- und Unterkieferwachstum und den Angulationen (γ) bzw. (ψ) zurückzuführen. Wie bereits während des Behandlungszeitraumes sind auch innerhalb des Nachuntersuchungszeitraumes bei den sagittalen skelettalen (γ) bzw. apikalen (ψ) Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis-Angulationen der Herbst- und Bass-Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe deutliche Abweichungen erkennbar. Hier sind die Winkel jedoch durchweg geringer als bei der Kontrollgruppe. Die Reduzierung dieser Angulationen könnte auf ein kompensatorischen Wachstum des Oberkiefers im Anschluß an die Behandlung zurückzuführen sein, das jedoch im Rahmen dieser Untersuchung nicht nachgewiesen werden konnte.

Die größten Abweichungen der sagittalen apikalen Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis-Angulation war bei den Patienten der Herbst-Gruppe, die der sagittalen skelettalen Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis-Angulation bei den Patienten der Bass-Gruppe festzustellen. Aus dem Umstand heraus, daß die Bass-Gruppe ausschließlich aus männlichen Patienten bestand und davon ausgegangen werden kann, daß männliche Probanden in der Regel mehr und länger wachsen als weibliche, die Bolton-Standards jedoch ein Kollektiv männlicher und weiblicher Probanden darstellt, lassen sich die durchschnittlich höheren Werte der Patienten der Bass-Gruppe erklären.

Auf den gesamten Untersuchungszeitraum bezogen war auffällig, daß sich die vertikalen skelettalen (α) bzw. apikalen (ϕ) Oberkieferbasis- / Unterkieferbasis – Angulationen bei allen Untersuchungsgruppen sowie der Kontrollgruppe quasi nicht änderten (Bolton: Abb. 9, Aktivator: Abb. 10, Bass: Abb. 11, Herbst: Abb. 12). Selbst durch die Behandlung blieben sie trotz signifikanten vertikaler und sagittaler Kieferwachstumsveränderungen unbeeinflußt.

Flächenvariablen zur Gesamtbetrachtung des Kieferwachstums

Aus den in dieser Arbeit erstmals betrachteten Flächen der Kieferbasis- (KBA) und Apikalbasis- (ABA) Dreiecke lies sich das Gesamtkieferwachstum der Patienten ableiten.

Behandlungszeitraum T2 – T1 (Bass, Herbst); T3 – T1 (Aktivator)

Die Kieferbasis- und Apikalbasisarea aller Patienten der drei Behandlungsgruppen wiesen am Ende des Behandlungszeitraumes eine Vergrößerung gegenüber der Kontrollgruppe auf (Aktivator, Bass: Abb. 15 und Abb. 16, Herbst: Abb. 18 und Abb. 19). Die größte Differenz der Kieferbasisarea zur Kontrollgruppe war bei der Aktivator-Gruppe festzustellen (Abb. 13 und Abb. 14). Dieser Sachverhalt resultiert aus den dargestellten sagittalen und vertikalen wachstumsbedingten Kieferlageänderungen. Die Ursache hierfür liegt zum einen in der deutlich längeren Behandlungsdauer der Aktivator-Patienten von drei Jahren (gegenüber ½Jahr bei Bass- und Herbst-Patienten). Zum anderen waren die Patienten der Aktivator-Gruppe zu Behandlungsbeginn jünger als die Patienten der Bass- und Herbst-Gruppe. Das bedeutet, sie befanden sich zu diesem Zeitpunkt vor ihrem Wachstumspk und durchliefen während der Behandlung den pubertären Wachstumsschub. Insbesondere die deutliche Vergrößerung der Strecke Sp-Gn (Höhe der skelettalen Oberkiefer-/ Unterkieferbasis) bewirkte eine Vergrößerung der Area der konstruierten Dreiecke.

In der Gegenüberstellung der Kieferbasis- und Apikalbasisarea der drei Behandlungsgruppen untereinander (Abb. 22) war das altersbedingte Größenverhalten

der Kieferbasisdreiecke der einzelnen Gruppen bei Behandlungsbeginn erkennbar. Im Behandlungszeitraum T2-T1 waren bei den männlichen Patienten der Bass- und Herbst-Gruppe keine Kieferwachstumsunterschiede festzustellen (Abb. 22, Abb. 23). An dieser Stelle war nur die Betrachtung der männlichen Patienten möglich, da in der Bass-Gruppe keine weiblichen Patienten vorhanden waren. Die Aktivator-Gruppe konnte aufgrund des längeren Behandlungszeitraums in diesen Vergleich nicht direkt mit einbezogen werden. Vergleicht man die Kieferbasisdreiecke der Aktivator- und Herbst-Gruppe über den Zeitraum T3-T1 (Abb. 22, Abb. 24), so ist ebenfalls kein Unterschied im Kieferwachstumsverhalten festzustellen. Hieraus läßt sich ableiten, daß alle drei Behandlungsmethoden sich gleichermaßen auf das Kieferwachstum auswirken.

Große Differenzen der Apikalbasisarea gegenüber der Kontrollgruppe lagen bei der Aktivator- und Herbst-Gruppe vor (Abb. 26, Abb. 27). Dies ist durch die deutliche Vergrößerung der Strecken A-B (Höhe der apikalen Oberkiefer-/ Unterkieferbasis) und Ba-B (Länge der apikalen Unterkieferbasis) zu erklären (Abb. 18, Abb. 19). Der Unterschied zur Bass-Gruppe könnte wiederum damit erklärt werden, daß die Herbst-Patienten zu einer überkorrigierten Unterkieferlage mit frontalem Kopfbiß behandelt worden waren. Diese Unterkieferlage führt zwangsläufig zu einer Vergrößerung der Kieferbasis- und Apikalbasisarea.

Nachuntersuchungszeitraum T4-T2 (Bass, Herbst)

Am Ende des Nachuntersuchungszeitraumes waren gegenüber der Kontrollgruppe deutliche Unterschiede bei den Herbst- (Abb. 19 Abb. 21) und Bass- Patientengruppen (Abb. 16 und Abb. 17) festzustellen. Während die Herbst-Gruppe eine nahezu gleiche Zunahme der Kieferbasisarea und eine Verminderung der Apikalbasisarea gegenüber der Kontrollgruppe aufwies, war bei den Patienten der Bass-Gruppe eine Zunahme der Flächen (KBA, ABA) festzustellen, die größer als bei der Kontrollgruppe waren. Dieses Verhalten beschreibt wiederum ganzheitlich die zuvor erläuterten sagittalen und vertikalen Lageänderungen der Meßpunkte. Außerdem sei nochmals angemerkt, daß die Bass-Gruppe ausschließlich männliche Patienten beinhaltete und daher ein Vergleich mit den Bolton-Standards nur bedingt möglich war.

Im Vergleich der Untersuchungsgruppen untereinander waren keine Veränderungen in bezug Kieferbasis- (KBA) und Apikalbasisarea (ABA) festzustellen, obgleich eine deutliche Verschiebung der jeweiligen Kieferbasisdreiecke vorlag, die auf ein gehemmtes Oberkieferwachstums bei den Patienten der Bass-Gruppe schließen läßt (Abb. 25). Dies kann durch eine nachfolgende Behandlung dieser Patienten mit Multiband zur Retention bedingt sein. Darüber hinaus lagen das Gnathion und der B-Punkt der Bass-Gruppe deutlich hinter denen der Herbst-Gruppe zurück, wodurch der Biß „aufgegangen“ war. Das ist auf eine posteriore Rotation der Mandibula bei den Bass-Patienten zurückzuführen.

Für einen besseren Vergleich der männlichen Patienten der drei Behandlungsgruppen untereinander und auch in Relation zu den Bolton-Standards sind die Veränderungen der Kieferbasis- (KBA) und Apikalbasisarea (ABA) in Abb. 26 bzw. in Abb. 27 in Abhängigkeit vom Alter der Patienten dargestellt. Anhand der Näherungskurven ließen sich die Wachstumszustände der drei Patientengruppen zu gleichen Altersstufen abschätzend vergleichen. Während die Kieferbasis- und Apikalbasisarea der Aktivatorpatienten aufgrund ihres relativ geringen Alters während der Behandlung im Gruppenvergleich kleiner erschienen, lagen sie bei der Gegenüberstellung gleicher Altersstufen im Mittelfeld. Auch die Bass-Patienten zeigten deutlich größere Flächenmaße als die Herbst-Patienten.

Die Kontrollgruppe wies deutlich kleinere Flächenwerte als die drei Untersuchungsgruppen auf. Das ist zum einen darauf zurückzuführen, daß, wie schon erläutert, bei den Bolton-Standards ein gemischtes Kollektiv vorlag, zum anderen, daß die zugrundeliegenden Fernröntgenseitenbilder der Bolton-Standards ca. 35 Jahre früher als diese Arbeit erstellt wurden.

Betrachtet man das Wachstumsmuster der Kontrollgruppe, das als physiologisch angesehen werden kann, erkennt man, daß das Unterkieferwachstum das Oberkieferwachstum „überholt“. Nicht jede Vergrößerung des Unterkiefers ist also

durch die jeweiligen Apparaturen bedingt, sondern durchaus im Rahmen eines physiologischen Wachstums zu sehen.

Um besser eventuelle Unterschiede der drei Behandlungsgruppen darstellen zu können, sind weitere prospektive Studien anhand von homogenen Patientengruppen notwendig. Die Patienten sollten dabei in ein und derselben Altersstufe bzw. im gleichen somatischen Reifestadium sein und sich harmonisch aus weiblichen und männlichen Patienten zusammensetzen.

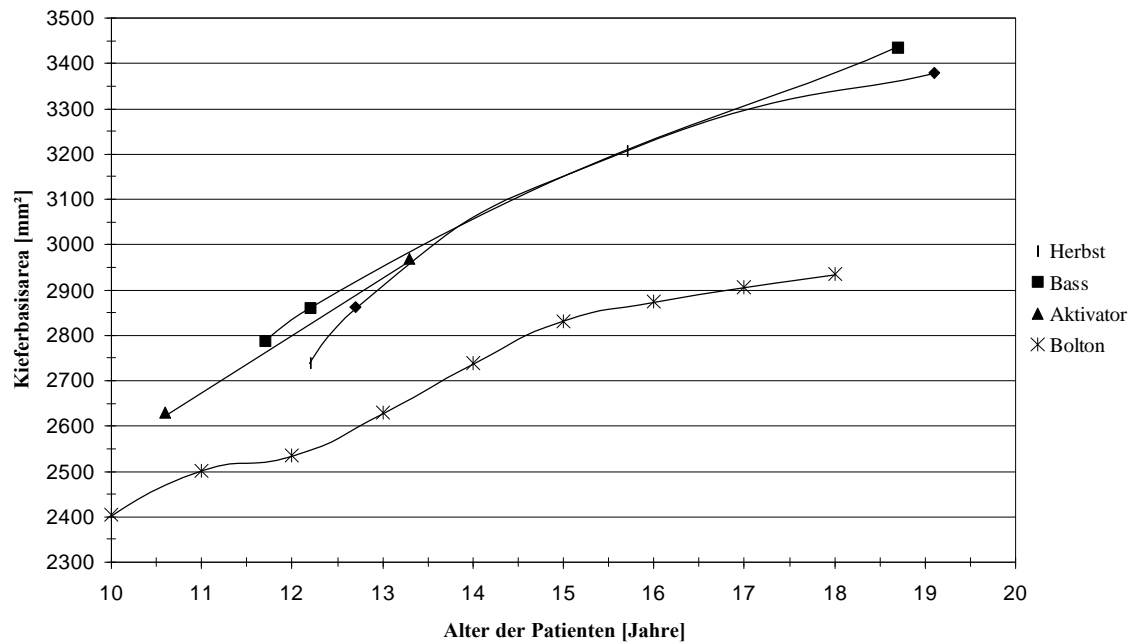


Abb. 26: Veränderung der Kieferbasisarea (KBA) der männlichen Patienten bei Behandlung mit unterschiedlichen FKO-Geräten: Aktivator (n=14), Bass (n=17), Herbst (n=15) im Vergleich zu den Bolton-Standards (n=16 männliche und n=16 weibliche Probanden).

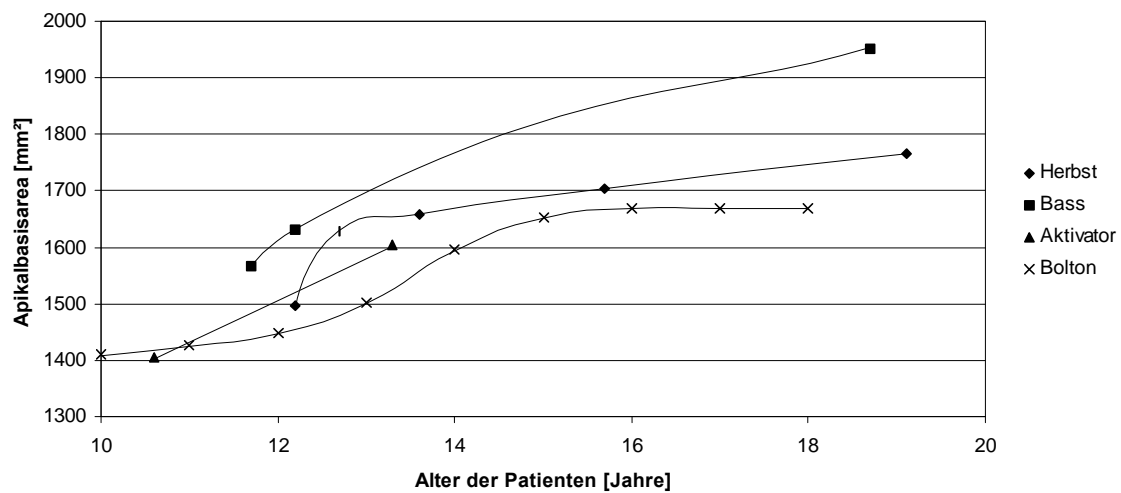


Abb. 27: Veränderung der Apikalbasisarea (ABA) der männlichen Patienten bei Behandlung mit unterschiedlichen FKO-Geräten: Aktivator (n=14), Bass (n=17), Herbst (n=15) im Vergleich zu den Bolton-Standards (n=16 männliche und n=16 weibliche Probanden).

7 SCHLUSSFOLGERUNG

Der Vergleich von drei kieferorthopädischen Behandlungsmethoden (Aktivator, Herbst und Bass) in bezug auf das Kieferwachstum zeigten folgendes:

- Weder bei dem Aktivator, der Herbst- oder der Bass-Apparatur konnte eine signifikante Hemmung des sagittalen Oberkieferwachstums während der Behandlung festgestellt werden.
- Das sagittale Unterkieferwachstum wurde durch die Herbst- und Bass-Apparatur vergrößert.
- Die Aktivator- und Herbst-Apparatur bewirkte während der Behandlung eine Vergrößerung der Höhe der skelettalen und apikalen Oberkieferbasis / Unterkieferbasis.
- Die vertikale skelettale (α) und apikalen(ϕ) Oberkieferbasis- / Unterkieferbasis-Angulation wurde durch die drei Apparaturen nicht beeinflusst.
- Die sagittale skelettale (γ) und apikale (ψ) Oberkieferbasis- / Unterkieferbasis-Angulation änderten sich proportional zum Unterkieferwachstum und umgekehrt proportional zum Oberkieferwachstum.
- Die sagittale bzw. vertikale Kieferwachstumsänderung wirkte sich direkt auf die Größe der Kieferbasis- und Apikalbasisarea aus. Die Flächenänderungen waren dabei proportional zu den Kieferwachstumsänderungen.

8 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden röntgenkephalometrisch Kieferwachstumsveränderungen als Ganzes in Form eines Kieferbasis- und eines Apikalbasisdreiecks bei der Aktivator-, Herbst- und Bass- Behandlung erfaßt und die drei Behandlungsmethoden miteinander verglichen.

Es wurden 84 (38 weibliche und 46 männliche) Patienten mit dem Gebißbefund einer Angle-Klasse II.1 untersucht. Davon waren 31 (17 weibliche und 14 männliche) Patienten mit dem Aktivator, 36 (21 weibliche und 15 männliche) Patienten mit der Herbst-Apparatur und 17 männliche Patienten mit der Bass-Apparatur behandelt worden. Die drei Patientengruppen wurden miteinander sowie mit einer eugnathen Kontrollgruppe („Bolton-Standards“) verglichen. Bei der Herbst- und Bass-Gruppe umfaßte die Untersuchung einen Zeitraum von 6 ½ Jahren und beinhaltete sowohl Behandlungs- als auch Nachuntersuchungszeiträume. Bei der Aktivator-Gruppe wurde nur der Behandlungszeitraum von 3 Jahren beurteilt.

Fernröntgenseitenbilder des Kopfes wurden untersucht. Auf Basis der röntgenkephalometrischen Punkte Basion, Spina und Gnathion wurde das Kieferbasisdreieck auf Basis der Punkte Basion, A-Punkt und B-Punkt das Apikalbasisdreieck konstruiert. Lineare, anguläre und Flächenmessungen wurden durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Sagittale Veränderungen

- Einen Einfluß auf das Oberkieferwachstum konnte bei keiner der drei verwendeten Apparaturen kurz- oder langfristig nachgewiesen werden.
- Das Unterkieferwachstum bei der Herbst- und Bass-Gruppe wurde während der Behandlung in bezug zur Kontrollgruppe vergrößert. Kein Einfluß auf das Unterkieferwachstum war während der Aktivator-Behandlung zu finden. Zum

Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag bei der Bass- und Herbst-Gruppe kein Unterschied zur Kontrollgruppe vor.

Vertikale Veränderungen

- Am Ende des aktiven Behandlungszeitraums vergrößerte sich die Höhe der skelettalen und apikalen Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis besonders bei der Aktivator- und Herbst-Gruppe, bei der Bass-Gruppe hingegen gering.
- Am Ende des Nachuntersuchungszeitraumes war die Höhe der skelettalen und apikalen Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis der Herbst-Gruppe annähernd gleich der Kontrollgruppe, die Patienten der Bass-Gruppe zeigten hingegen eine Vergrößerung.

Flächenveränderungen

- Am Ende des aktiven Behandlungszeitraumes wiesen alle drei Patientengruppen eine Vergrößerung der Kieferbasis- und Apikalbasisarea auf. Die größte Differenz zur Kontrollgruppe lag bei der Aktivator- und Herbst-Gruppe vor.
- Am Ende des Nachuntersuchungszeitraumes wurde bei der Herbst-Gruppe eine nahezu gleiche Vergrößerung der Kieferbasisarea und ein vermindertes Wachstum der Apikalbasisarea gegenüber der Kontrollgruppe festgestellt. Die Bass-Gruppe wies ein erhöhtes Wachstum beider Flächen in bezug zur Kontrollgruppe auf.

Anguläre Veränderungen

- Die vertikalen skelettalen und apikalen Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis-Angulationen zeigten sich am Ende des aktiven Behandlungszeitraumes bei allen Behandlungsgruppen unbeeinflusst.
- Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren die vertikalen skelettalen und apikalen Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis-Angulationen der Herbst- und Bass-Gruppe geringer als die der Kontrollgruppe. Insbesondere bei der Herbst-Gruppe

verkleinerte sich die apikale Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis-Angulation, bei der Bass-Gruppe die skelettale Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis-Angulation.

- Die sagittalen skelettalen und apikalen Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis-Angulationen wiesen bei allen drei Behandlungsgruppen am Ende des Behandlungszeitraumes eine deutliche Vergrößerung auf. Die deutlichste Vergrößerung war bei der Aktivator-Gruppe festzustellen.
- Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren die sagittalen skelettalen und apikalen Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis-Angulationen der Herbst- und Bass-Gruppe geringer als die der Kontrollgruppe. Die Herbst-Gruppe wies dabei die größte Abweichung bei der apikalen, die Bass-Gruppe bei der skelettalen Oberkieferbasis-/ Unterkieferbasis-Angulation auf.

Schlußfolgernd kann festgestellt werden, daß das Kieferbasis- und Apikalbasisdreieck zur ganzheitlichen Analyse der sagittalen und vertikalen Kieferwachstumsveränderungen gut geeignet ist.

9 SUMMARY

In using lateral films total facial growth changes in form of jaw base and apical base triangles were assessed in patients treated with the activator, the Herbst appliance and the Bass appliance.

The whole patient sample consisted of 75 (38 females and 46 males) Class II, division 1 malocclusions. Thirtyone patients (17 females and 14 males) were treated with the activator, 36 patients (21 females and 15 males) with the Herbst appliance and 17 male patients with the Bass appliance. The three patient groups were compared to each other as well as to normal growth records ("Bolton Standards").

For the Herbst and Bass groups the study covered a time period of 6 ½ years including treatment and post-treatment periods. For the activator group only the treatment period of 3 years was considered.

The radiographic cephalometric reference points Basion, Spina and Gnathion were used for constructing the jaw base triangle and the points Basion, A and B for constructing the apical base triangle. Linear, angular and area measurements were performed.

The results of the study revealed the following:

Sagittal changes

- None of the three appliances had any short- or long-term effect on maxillary growth.
- In comparison to the Bolton Standards Herbst and Bass treatment resulted in an increase in mandibular growth. Activator treatment, on the other hand, did not affect mandibular growth. At the time of follow-up no difference in mandibular growth was seen for both the Herbst and Bass groups when compared to the Bolton control group.

Vertical changes

- At the end of the treatment period the height of the skeletal upper / lower jaw bases was largely increased in the activator and Herbst groups but only slightly in the Bass group.
- At the end of the post-treatment period the height of the skeletal upper / lower jaw bases in the Herbst group corresponded to that of the Bolton group. In the Bass group, on the other hand, an increase in jaw base height was noted.

Area changes

- At the end of treatment period all three patient groups exhibited an increased in the area of the jaw base and apical base triangles. In comparison to the Bolton Standards the largest increase was seen for the activator and Herbst groups.
- At the end of the post-treatment period the Herbst group showed almost the same increase of the jaw base triangle area as the Bolton group. The apical base triangle area, on the other hand, was reduced in comparison to the control group. The Bass group exhibited a larger increase in the area of both triangles than the Bolton group.

Angular changes

- The vertical skeletal and apical upper / lower jaw base angulations were unaffected in all three appliance groups at the end of treatment.
- At the end of the post-treatment period the vertical skeletal and apical upper / lower jaw base angulations were smaller in the Herbst and Bass groups than those of the Bolton group. In the Herbst group especially the apical upper / lower jaw base angulation was reduced. In the Bass group this was especially the case for the skeletal upper / lower jaw base angulation.

- The sagittal skeletal and apical upper / lower jaw base angulations in all three appliance groups showed a conspicuous increase at the end of treatment. The activator group showed the largest increase.
- At the end of the post-treatment period the sagittal skeletal and apical upper / lower jaw base angulations were smaller in the Herbst and Bass groups than those of the Bolton group. In the Herbst group especially the apical upper / lower jaw base angulation was reduced. In the Bass group this was especially the case for the skeletal upper / lower jaw base angulation.

In conclusion it can be said that the jaw base and apical base triangles are suitable for a total analysis of sagittal and vertical jaw growth changes.

10 LITERATURVERZEICHNIS

1. Ahlgren, J.
The neurophysiologic principles of the Andresen method of functional jaw orthopedics. A critical analysis and new hypothesis.
Swed. Dent. J. 1970; 63: 1-7
2. Ahlgren, J.
A longitudinal clinical and cephalometric study of 50 malocclusion cases treated with activator appliances.
Trans. Eur Orthod. Soc. 1972; 285-293
3. Ahlgren J., Laurin C.
Late results of activator treatment: a cephalometric study
Br. J. Ortod. 1976; 3: 181-187
4. Andersson I.; Ahlgren, J.
Vertical growth changes during and after activator treatment.
Trans. Eur Orthod. Soc. 1977, 57-68
5. Andresen, V.; Häupl K.
Funktionskieferorthopädie
Verlag H. Meusser, Berlin 1936
6. Angle, E. H.
Okklusionsanomalien der Zähne
Hermann Meuser, Berlin 1913
7. Bass, N.
Dentofacial orthopaedics in the correction of Class II malocclusion
Br. J. Orthod. 1982; 9: 3-31

8. Bass, N.
Orthopaedic co-ordination of dentofacial development in skeletal Class II malocclusion in conjunction with edgewise therapy. Part I
Am. J. Orthod. 1983; 84: 361-383
9. Bass, N.
Orthopaedic co-ordination of dentofacial development in skeletal Class II malocclusion in conjunction with edgewise therapy. Part II
Am. J. Orthod. 1983; 84: 466-490
10. Behrents, R. G.
Growth in the Aging Craniofacial Skeleton. Monograph 17,
Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth and Development,
University of Michigan, Ana Arbor 1985
11. Broadbent, B. H. Sr; Broadbent, B. H. jr.; Golden W. H.
Bolton Standards of dentofacial developmental growth
The C. V. Mosby Company, Saint Louis 1975
12. Brodie, A. G.
On the growth pattern of the human head from the third month to the eight year of life.
Am. J. Anat., 1941; 68:209-262
13. Coben, S.
The integration of facial skeletal variants
Am. J. Orthod. 1955; 41: 407-434
14. Enlow, D. H.
Handbuch des Gesichtswachstums
Verlag „Die Quintessenz“, Berlin 1989
15. Falck, F.
Zur Stabilität der De-Coster-Linie und der Okzipitalbasis nach Fränkel
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 1982; 70: 232-237

16. Falck, F.; Fränkel, R.
Clinical relevance of step-by-step mandibular advancement in the treatment of
mandibular retrusion using the Fränkel appliance
Am. J. Orthod. 1989; 96: 333-341
17. Fränkel, R.
The applicability of the occipital reference base in cephalometrics
Am. J. Orthod. 1980; 77: 379-395
18. Grude, R.
Myo-functional therapy.
Norske Tannlaegeforen Tidsskr. 1953; 62: 1-7
19. Hägg, U.; Pancherz H.
Dentofacial orthopaedics in relation to chronological age, growth period and
skeletal development. An analysis of 72 male patients with the Herbst
appliance.
Eur. J. Orthod. 1988; 10: 169-176
20. Hansen, K.; Pancherz, H.; Hägg, U.
Long-term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth
period: A cephalometric study
Europ. J. Orthod. 1991; 13: 471-481
21. Hansen K., Pancherz H.
Long-term effects of Herbst treatment in relation to normal growth
development: A cephalometric study
Europ. J. Orthod. 1992; 14: 285-295
22. Harvold, E. P.; Vargervik, K.
Morphogenetic response to activator treatment.
Am. J. Orthod. 1971, 60: 478

23. Herbst, E.
Atlas und Grundriss der Zahnärztlichen Orthopädie
J. F. Lehmann's Verlag, München 1910
24. Herbst, E.
Atlas und Grundriss für die Mechanik der Kiefer - Orthopädie
J. F. Lehmann's Verlag, München 1910
25. Herbst, E.
Dreißigjährige Erfahrung mit dem Retentions-Scharnier
Zahnärztliche Rundschau 1934; 43: 1515-1524, 1563-1568, 1611-1616
26. Hilmer, I.
Über die Größe der apicalen Basis bei Deckbiß und Angle-Klasse II/1
Diss. med. dent., Freie Universität Berlin, 1967
27. Hirschfelder, U.; Bouchoulou, O.
Symptomatik der Angle-Klasse II,1 im Fernröntgenseitenbild. In: Miethke, R.-
R., Drescher, D. (Hrsg.): Kleines Lehrbuch der Angle-Klasse II,1 unter
besonderer Berücksichtigung der Behandlung. Quintessenz Verlags GmbH,
Berlin 1996, 35-44
28. Hoyer, B.-U.
Die dentoskelettale Morphologie bei Dysgnathien der Angle-Klasse II.1:
Eine röntgenkephalometrische Studie
Diss. med. dent., Justus-Liebig-Universität Gießen, 1995
29. Hotz, R.
Application and appliance manipulation of functional forces.
Am. J. Orthod. 1970; 143: 112-117
30. Korkhaus, G.
Present orthodontic thought in germany.
Am. J. Orthod. 1960, 46: 270-278

31. Müller, G.
Über die wachstumsbedingten Lageveränderungen von Sella tureica, Nasion und Porion in der Norma lateralis nach Fernröntgenaufnahmen.
Fortschr. Kieferorthop. 1959; 20: 142-155.
32. Ömblus, J.; Malmgren, O.; Pancherz, H.; Hägg, U.; Hansen, K.
Long term effects of Class II correction in Herbst and Bass therapy
Eur. J. Orthod. 1997; 19: 185-193
33. Ömblus, J.; Malmgren, O.; Hägg, U.
Mandibular growth during initial treatment with the Bass orthopaedic appliance
in relation to age and growth periods
Europ. J. Orthod. 1997; 19: 47-56
34. Pancherz, H.
Long-term effects of activator (Andresen appliance) treatment
A clinical, biometric, cephalometric roentgenographic and functional analysis
Odont. Revy 1976; 27,Suppl. 35: 1-68
35. Pancherz, H.
Treatment of Class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance: A cephalometric investigation
Am. J. Orthod. 1979; 76: 423-442
36. Pancherz, H.
The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex:
a follow-up study after Herbst appliance treatment of Class II malocclusions.
Am. J. Orthod. 1981; 3: 49-60
37. Pancherz, H.
The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment
Am. J. Orthod. 1982; 82: 104-113

38. Pancherz, H.
Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment:
A cephalometric investigation.
Swed. Dent. 1982; Suppl. 35: 189-196

39. Pancherz, H.
A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II
correction in activator treatment.
Am. J. Orthod. 1984; 85: 125-134

40. Pancherz, H.
Herbst Apparatur. In: Miethke, R.-R., Drescher, D. (Hrsg.): Kleines Lehrbuch
der Angle-Klasse II,1 unter besonderer Berücksichtigung der Behandlung.
Quintessenz Verlags GmbH, Berlin 1996, 225-251

41. Pancherz, H.; Hansen, K.
Occlusal changes during and after Herbst treatment:
a cephalometric investigation.
Europ. J. Orthod. 1986; 8: 215-228

42. Pancherz, H.; Hoyer, B.; Zieber, K.
An atlas of skeletofacial morphology in class II malocclusion.
Department of Orthodontics, University of Giessen, 1999

43. Pancherz, H.; Littmann, C.
Morphologie und Lage des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung. Eine
kephalometrische Analyse der Veränderungen bis zum Wachstumsabschluß.
Inf. Orthod. Kieferorthop. 1989, 21: 493-513

44. Pancherz, H.; Malmgren, O.; Hägg, U.; Ömblus, J.; Hansen, K.
Class II correction in Herbst and Bass therapy
Europ. J. Orthod. 1989; 11: 14-30

45. Pancherz, H.; Fackel U.
The skelofacial growth pattern pre- and pastdentofacial orthopaedics.
A long term study of Class II malocclusions treated with the Herbst appliance.
Europ. J. Orthod. 1990; 12: 209-218
46. Pancherz, H.; Anehus-Pancherz, M.
Facial profile changes during and after Herbst appliance treatment.
Europ. J. Orthod. 1994, 16: 275-286.
47. Pancherz, H.; Zieber, K.; Hoyer, B.
Cephalometric characteristics of Class II division 1 and Class II division 2
malocclusions: A comparative study in children
Angle Orthod. 1997; 67: 111-120
48. Rakosi, T.
Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse
Carl Hanser Verlag, München 1988
49. Rakosi, T.; Jonas, I.
Kieferorthopädie Diagnostik.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1989
50. Rassl, R. E.
Sippenuntersuchungen als Beitrag zur Ätiologieforschung der Angle-Klasse
II.1
Diss. med. dent., Justus-Liebig-Universität Gießen, 1978
51. Ruf, S., Pancherz, H.
The effect of Herbst appliance treatment on the mandibular plane angle.
A cephalometric study.
Am. J. Orthod. 1996; 110: 225-229
52. Schienbein, H.
Einführung in die Kieferorthopädie
Urban & Schwarzenberg München, 1979

53. Schmuth, G.; Vardimon, A.
Kieferorthopädie
Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1994
54. Schopf, P.
Curriculum Kieferorthopädie, Bd. 1 u. 2
Verlag „Die Quintessenz“, Berlin 1994
55. Schulze, C.
Lehrbuch der Kieferorthopädie, Bd. 2
Verlag „Die Quintessenz“, Berlin 1978
56. Schulze, C.
Lehrbuch der Kieferorthopädie, Bd. 3
Verlag „Die Quintessenz“, Berlin 1982
57. Seward, S.
Relation of Basion to Articulare
Angle Orthod. 1981; 51: 151-161
58. Tammoscheit, U.-G.
Zur Ätiologie und Pathogenese der sogenannten Angle-Klasse II.1
Med. Habilschr., Berlin 1971
59. Taranger, J.; Hägg, U.
The timing and duration of adolescent growth.
Acta Odont. Scand. 1980; 38: 57-67
60. Weise, W.
Kieferorthopädische Kombinationstherapie
Urban & Schwarzenberg München, 1992
61. Wieslander, L.; Lagerström, L.
The effect of activator treatment on Class II malocclusions.
Am. J. Orthod. 1979; 75: 20-26

11 ANHANG

In den Tabellen A1 - A10b sind die individuellen Meßergebnisse der drei Behandlungsgruppen zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten angegeben.

Aktivator – Gruppe (31 Patienten)

Untersuchung von 17 weiblichen Patienten:

Lineare Variablen	Tabelle A 1
Anguläre und Flächenvariablen	Tabelle A 2

Untersuchung von 14 männlichen Patienten:

Lineare Variablen	Tabelle A 3
Anguläre und Flächenvariablen	Tabelle A 4

Bass – Gruppe (17 Patienten)

Untersuchung von 17 männlichen Patienten:

Lineare Variablen	Tabelle A 5
Anguläre und Flächenvariablen	Tabelle A 6

Herbst – Gruppe (36 Patienten)

Untersuchung von 21 weiblichen Patienten:

Lineare Variablen	Tabellen A 7a, A 7b
Anguläre und Flächenvariablen	Tabellen A 8a, A 8b

Untersuchung von 15 männlichen Patienten:

Lineare Variablen	Tabellen A 9a, A 9b
Anguläre und Flächenvariablen	Tabellen A 10a, A 10b

Tabelle A 1: Untersuchung von 17 weiblichen Patienten der Aktivator-Gruppe:
Lineare Variablen. (T1: Behandlungsbeginn; T3: nach 3-jähriger Behandlung)

Patient	T	Alter [Jahre]	BaSp [mm]	BaGn [mm]	SpGn [mm]	BaA [mm]	BaB [mm]	AB [mm]
1	T1	10,6	89,7	84,1	54,7	85,5	82,2	32,7
	T3	13,3	93,5	90,7	57,0	88,8	87,4	35,0
2	T1	12,3	87,4	95,8	57,9	83,6	88,8	32,7
	T3	15,3	88,8	101,4	62,1	85,0	93,5	36,0
3	T1	12,2	93,5	95,3	58,9	89,3	91,6	34,1
	T3	14,9	95,3	100,0	59,3	91,6	95,3	35,0
4	T1	10,6	90,2	86,9	56,1	85,0	83,2	31,3
	T3	13,2	93,5	93,0	57,9	87,9	88,8	34,1
5	T1	11,6	84,6	93,5	53,3	82,7	86,9	30,4
	T3	13,9	85,0	99,1	56,5	82,2	91,6	33,6
6	T1	9,4	90,7	93,0	59,3	85,5	86,9	31,8
	T3	11,5	94,4	100,9	62,1	88,8	93,0	35,5
7	T1	10,4	88,8	91,1	52,3	85,0	86,4	28,5
	T3	12,6	91,6	98,1	55,6	86,9	91,6	30,4
8	T1	10,9	86,4	88,8	55,6	84,1	84,1	30,4
	T3	13,6	91,6	94,4	57,0	87,9	90,2	32,2
9	T1	9,2	94,9	91,7	63,7	88,1	87,2	37,5
	T3	11,4	96,2	96,2	65,0	89,0	90,3	38,4
10	T1	9,4	88,5	88,5	52,4	88,1	84,9	31,6
	T3	12,5	91,2	92,6	55,1	87,6	89,4	34,8
11	T1	10,6	86,3	93,5	54,7	82,7	85,8	31,6
	T3	13,6	90,8	105,2	59,6	87,6	96,7	34,3
12	T1	9,5	92,1	94,9	56,9	88,5	88,5	31,6
	T3	11,8	96,7	98,5	57,4	91,7	91,2	32,1
13	T1	10,1	87,6	91,7	53,3	84,9	88,1	32,5
	T3	13,3	88,5	96,7	59,2	85,8	91,2	37,9
14	T1	9,4	86,3	84,0	59,6	80,4	77,7	32,5
	T3	12,3	87,6	93,9	61,9	82,2	85,8	35,2
15	T1	8,1	88,1	88,5	56,0	82,7	83,6	31,2
	T3	11,1	88,1	93,5	59,6	87,6	88,5	37,5
16	T1	9,7	95,8	97,1	56,9	91,2	95,3	31,6
	T3	12,1	95,8	103,0	60,1	91,7	98,5	34,3
17	T1	12,3	91,2	91,2	47,9	86,3	86,7	27,1
	T3	14,9	97,6	100,3	49,2	92,1	95,3	27,1
MW	T1	10,4	89,5	91,2	55,9	85,5	86,4	31,7
SD			3,2	3,9	3,6	2,8	3,9	2,2
MW	T3	13,0	92,1	97,5	58,5	87,9	91,7	34,3
SD			3,7	4,1	3,6	3,0	3,4	2,8

ANHANG

Tabelle A 2: Untersuchung von 17 weiblichen Patienten der Aktivator-Gruppe:
 Anguläre- und Flächenvariablen.
 (T1: Behandlungsbeginn; T3: nach 3-jähriger Behandlung)

Patient	T	Alter [Jahre]	α [°]	ϕ [°]	γ [°]	ψ [°]	KBA [mm ²]	ABA [mm ²]
1	T1	10,6	36,5	22,4	66,2	73,2	2243,5	1338,8
	T3	13,3	36,0	22,9	69,3	76,3	2492,0	1511,5
2	T1	12,3	36,5	21,6	79,7	88,1	2490,6	1367,3
	T3	15,3	37,4	22,6	82,4	91,9	2734,6	1529,2
3	T1	12,2	36,3	21,7	73,6	83,0	2638,9	1511,0
	T3	14,9	35,3	21,5	76,7	85,3	2752,4	1599,5
4	T1	10,6	36,9	21,4	68,4	75,9	2351,0	1291,4
	T3	13,2	36,2	22,3	71,5	80,4	2567,1	1477,4
5	T1	11,6	34,4	20,4	82,0	87,6	2230,8	1255,0
	T3	13,9	34,7	21,5	86,3	95,1	2399,4	1378,0
6	T1	9,4	37,7	21,2	73,3	81,9	2576,5	1345,0
	T3	11,5	36,9	22,4	77,3	85,5	2861,2	1571,7
7	T1	10,4	33,8	19,1	75,6	83,2	2249,9	1203,6
	T3	12,6	33,9	19,4	79,5	89,0	2504,1	1319,8
8	T1	10,9	37,0	20,8	73,8	79,6	2308,1	1256,4
	T3	13,6	35,7	20,8	74,9	83,7	2520,0	1407,7
9	T1	9,2	39,9	24,7	67,4	76,3	2788,1	1604,0
	T3	11,4	39,5	24,7	70,2	79,6	2944,5	1680,1
10	T1	9,4	34,4	21,0	72,8	73,9	2215,3	1337,6
	T3	12,5	34,9	22,6	73,9	81,6	2415,3	1507,4
11	T1	10,6	35,1	21,5	79,7	84,9	2319,3	1301,4
	T3	13,6	34,4	20,7	86,2	94,6	2700,3	1499,0
12	T1	9,5	35,4	20,6	74,9	79,7	2531,4	1377,0
	T3	11,8	34,2	20,2	74,6	79,1	2673,2	1443,7
13	T1	10,1	34,5	21,6	76,9	84,7	2274,6	1374,8
	T3	13,3	36,9	24,5	79,0	85,8	2571,1	1623,5
14	T1	9,4	41,0	23,7	67,5	73,5	2375,7	1253,4
	T3	12,3	39,7	24,1	75,7	83,7	2626,9	1439,3
15	T1	8,1	37,0	21,6	71,9	80,8	2345,0	1271,5
	T3	11,1	38,2	24,6	75,8	79,1	2545,7	1612,6
16	T1	9,7	34,3	19,4	74,1	87,6	2621,1	1441,1
	T3	12,1	34,9	20,4	79,1	91,0	2824,3	1573,5
17	T1	12,3	30,4	18,0	74,8	81,9	2107,6	1157,4
	T3	14,9	28,8	16,5	78,7	88,4	2354,7	1248,0
MW	T1	10,4	35,9	21,2	73,7	80,9	2392,2	1334,5
SD			2,4	1,6	4,5	5,0	184,4	110,2
MW	T3	13,0	35,7	21,9	77,1	85,3	2616,9	1495,4
SD			2,5	2,1	4,9	5,7	168,9	114,1

Tabelle A 3: Untersuchung von 14 männliche Patienten der Aktivator-Gruppe:
Lineare Variablen. (T1: Behandlungsbeginn; T3: nach 3-jähriger Behandlung)

Patient	T	Alter [Jahre]	BaSp [mm]	BaGn [mm]	SpGn [mm]	BaA [mm]	BaB [mm]	AB [mm]
1	T1	10,1	93,0	94,4	60,7	87,9	86,9	34,6
	T3	12,4	93,9	100,0	65,9	89,7	92,5	40,2
2	T1	11,2	93,5	94,4	60,7	90,7	87,9	31,8
	T3	14,2	100,0	104,7	64,5	96,3	98,6	36,0
3	T1	11,0	79,4	87,9	58,4	72,9	82,2	35,5
	T3	14,0	84,1	98,6	65,4	78,5	90,2	39,7
4	T1	9,9	93,5	95,3	53,3	88,8	91,1	32,2
	T3	12,5	94,4	101,9	56,1	90,7	96,7	34,1
5	T1	12,0	90,2	94,4	57,9	86,9	86,9	32,2
	T3	15,0	91,6	106,1	65,9	88,3	94,4	36,9
6	T1	10,3	94,4	100,9	64,0	93,5	96,3	39,7
	T3	13,1	96,7	109,3	69,2	94,4	103,7	44,9
7	T1	11,5	91,6	95,8	54,2	86,9	90,7	31,8
	T3	13,5	94,4	100,9	57,9	88,8	95,8	35,0
8	T1	12,3	97,7	95,8	58,9	94,4	93,0	34,1
	T3	15,3	100,9	106,1	60,7	97,7	102,3	36,9
9	T1	10,3	92,5	93,0	63,6	87,4	85,0	31,8
	T3	13,2	96,3	100,5	72,9	90,7	93,5	40,7
10	T1	9,6	93,5	98,6	62,6	90,2	92,5	36,0
	T3	12,6	93,9	106,1	67,3	91,1	98,6	38,3
11	T1	9,4	93,0	88,1	58,7	86,3	84,9	30,7
	T3	12,1	92,6	92,1	62,3	86,7	88,5	35,7
12	T1	11,5	94,4	97,1	57,8	92,1	92,6	34,8
	T3	14,5	96,7	102,5	61,9	94,4	97,6	38,8
13	T1	10,4	85,4	85,4	56,0	84,0	82,7	33,9
	T3	12,7	88,5	93,0	58,3	86,7	89,0	36,6
14	T1	13,6	99,4	103,4	65,5	94,4	97,6	40,2
	T3	15,7	104,8	115,2	69,6	99,8	107,0	43,4
MW	T1	11,2	92,2	94,6	59,5	88,3	89,3	34,2
SD			4,9	5,0	3,6	5,5	4,8	2,9
MW	T3	13,9	94,9	102,6	64,1	91,0	96,3	38,4
SD			5,2	6,1	4,9	5,4	5,5	3,1

ANHANG

Tabelle A 4: Untersuchung von 14 männliche Patienten der Aktivator-Gruppe:
 Anguläre- und Flächenvariablen.
 (T1: Behandlungsbeginn; T3: nach 3-jähriger Behandlung)

Patient	T	Alter [Jahre]	α [°]	ϕ [°]	γ [°]	ψ [°]	KBA [mm ²]	ABA [mm ²]
1	T1	10,1	37,8	22,8	72,3	77,1	2691,4	1480,4
	T3	12,4	39,6	25,4	75,2	81,2	2991,5	1781,5
2	T1	11,2	37,7	20,4	72,0	74,8	2699,3	1389,9
	T3	14,2	36,6	21,2	75,6	83,0	3123,3	1719,1
3	T1	11,0	40,5	25,6	77,5	92,1	2265,3	1293,6
	T3	14,0	41,0	26,1	81,5	93,6	2720,9	1556,0
4	T1	9,9	32,8	20,6	75,5	83,8	2410,5	1423,0
	T3	12,5	32,9	20,6	80,9	89,8	2613,1	1546,2
5	T1	12,0	36,5	21,4	75,7	79,3	2532,0	1376,9
	T3	15,0	38,1	23,0	83,0	87,8	2994,6	1628,9
6	T1	10,3	38,1	24,1	76,5	81,9	2938,0	1837,6
	T3	13,1	38,6	25,6	80,6	88,9	3300,0	2116,8
7	T1	11,5	33,5	20,5	77,5	86,4	2423,4	1378,2
	T3	13,5	34,3	21,5	79,0	90,6	2684,9	1555,7
8	T1	12,3	35,4	21,0	70,6	77,2	2711,2	1570,0
	T3	15,3	34,0	21,1	77,6	86,6	2994,6	1799,5
9	T1	10,3	40,1	21,2	70,4	75,3	2769,0	1342,7
	T3	13,2	43,4	25,5	71,4	81,1	3324,5	1820,7
10	T1	9,6	37,9	22,7	75,5	82,3	2832,6	1608,0
	T3	12,6	38,7	22,9	80,4	89,6	3116,3	1745,7
11	T1	9,4	37,7	20,7	66,6	77,2	2506,1	1291,8
	T3	12,1	39,4	23,5	69,9	81,1	2709,8	1528,6
12	T1	11,5	35,1	21,7	75,0	79,9	2635,9	1577,3
	T3	14,5	36,0	23,3	77,2	82,9	2915,7	1819,5
13	T1	10,4	38,3	23,4	70,9	76,0	2258,3	1380,9
	T3	12,7	37,3	24,0	75,5	81,5	2497,4	1568,8
14	T1	13,6	37,6	24,1	74,6	82,4	3136,5	1880,5
	T3	15,7	36,5	23,9	79,9	87,4	3588,0	2162,0
MW	T1	11,2	37,1	22,1	73,6	80,4	2629,2	1487,9
SD			2,2	1,7	3,2	4,8	250,2	186,6
MW	T3	13,9	37,6	23,4	77,7	86,1	2969,6	1739,2
SD			2,9	1,8	3,8	4,2	307,3	202,0

Tabelle A 5: Untersuchung von 17 männlichen Patienten der Bass-Gruppe: Lineare Variablen.
(T1: Behandlungsbeginn; T2: nach ½ -jähriger Beh.; T4: 6½Jahre nach Behandlungsende)

Patient	T	Alter [Jahre]	BaSp [mm]	BaGn [mm]	SpGn [mm]	BaA [mm]	BaB [mm]	AB [mm]
1	T1	12,6	90,9	95,0	63,6	88,6	87,7	37,3
	T2	13,1	91,8	97,7	64,1	89,1	91,4	40,5
	T4	19,6	97,3	115,9	73,2	93,6	104,1	44,5
2	T1	10,8	95,0	96,4	50,9	91,8	90,5	26,4
	T2	11,3	95,5	100,0	53,2	90,9	94,5	29,5
	T4	17,8	101,8	108,6	59,1	95,5	100,0	30,9
3	T1	11,6	94,5	101,4	61,8	92,3	92,3	33,2
	T2	12,2	94,5	105,5	62,3	92,3	96,8	33,2
	T4	18,6	100,5	114,5	73,2	94,5	102,7	40,0
4	T1	11,1	98,2	104,1	59,1	97,7	98,2	31,8
	T2	11,6	97,3	104,5	58,6	96,8	98,6	34,1
	T4	18,1	103,2	116,4	65,0	99,5	106,8	36,4
5	T1	10,2	88,6	90,9	62,7	84,5	85,5	38,2
	T2	10,7	88,2	92,7	63,6	85,9	89,1	39,5
	T4	17,2	97,3	111,8	72,3	94,5	102,3	43,6
6	T1	12,1	90,5	92,7	61,4	88,6	88,2	35,9
	T2	12,6	90,9	97,3	61,4	87,7	91,8	37,7
	T4	19,1	98,2	106,8	71,8	92,3	97,7	38,6
7	T1	14,4	102,7	107,3	66,4	97,7	99,5	32,7
	T2	15,0	105,0	114,5	67,3	98,6	105,9	33,6
	T4	21,4	105,5	116,8	69,1	97,3	107,3	37,3
8	T1	10,6	93,2	93,6	66,4	90,5	89,1	38,2
	T2	11,1	95,0	95,5	65,0	91,4	91,8	35,5
	T4	17,6	99,5	105,5	71,8	95,0	101,4	45,0
9	T1	11,1	92,7	91,8	53,6	89,5	86,4	30,5
	T2	11,6	94,5	93,6	52,7	90,5	89,5	31,8
	T4	18,1	104,5	102,3	65,9	98,6	97,7	39,5
10	T1	10,1	97,7	100,5	63,6	93,6	91,4	34,1
	T2	10,6	96,8	102,7	61,8	92,7	93,6	33,2
	T4	17,1	107,3	117,3	74,5	97,3	104,1	39,5
11	T1	8,9	90,9	96,8	60,0	91,4	91,4	36,4
	T2	9,4	91,8	98,2	60,9	91,4	94,1	38,6
	T4	15,9	109,5	112,3	69,1	99,5	104,1	60,9
12	T1	15,4	97,7	105,0	60,9	98,6	99,1	37,3
	T2	15,8	99,1	107,7	63,6	99,1	100,5	37,3
	T4	22,4	98,2	105,9	66,4	96,8	99,1	39,1
13	T1	10,4	94,1	95,0	62,7	94,1	91,4	38,2
	T2	11,0	95,0	95,9	62,7	93,6	91,8	35,5
	T4	17,4	101,8	106,8	69,1	99,5	101,4	40,9
14	T1	12,4	91,4	97,3	78,2	89,1	87,3	43,2
	T2	12,9	90,9	100,0	78,6	87,7	91,8	41,8
	T4	19,4	95,5	104,1	85,5	87,7	91,4	44,1
15	T1	12,4	98,6	96,4	57,7	93,6	95,0	31,4
	T2	13,0	101,8	100,0	60,9	98,2	97,3	35,5
	T4	19,4	104,1	103,2	65,9	104,1	100,5	38,2
16	T1	13,8	91,8	100,9	61,8	91,8	91,8	35,0
	T2	14,3	89,5	99,5	62,3	89,5	90,5	34,5
	T4	20,8	94,1	111,8	69,5	94,1	99,5	36,8
17	T1	10,8	85,5	84,1	64,5	79,5	80,5	39,1
	T2	11,2	87,7	90,0	66,8	80,9	85,5	42,3
	T4	17,8	93,2	101,8	74,1	87,3	93,2	45,0
MW	T1	11,7	93,8	97,0	62,1	91,4	90,9	35,2
SD			4,3	5,8	5,8	4,8	5,1	4,0
MW	T2	12,2	94,4	99,7	62,7	91,6	93,8	36,1
SD			4,7	6,0	5,7	4,8	4,9	3,6
MW	T4	18,7	100,7	109,5	70,3	95,7	100,8	41,2
SD			4,6	5,4	5,6	4,2	4,3	6,3

ANHANG

Tabelle A 6: Untersuchung von 17 männliche Patienten der Bass-Gruppe: Anguläre und Flächenvariablen.
(T1: Behandlungsbeginn; T2: nach ½-jähriger Beh.; T4: 6½Jahre nach Behandlungsende)

Patient	T	Alter [Jahre]	α [°]	φ [°]	γ [°]	ψ [°]	KBA [mm²]	ABA [mm²]
1	T1	12,6	40,0	24,4	73,5	76,4	2773,2	1605,8
	T2	13,1	39,4	25,9	75,3	80,2	2846,0	1775,8
	T4	19,6	38,9	25,3	84,4	90,6	3542,5	2085,4
2	T1	10,8	30,8	16,6	76,1	78,8	2346,9	1187,1
	T2	11,3	31,5	18,2	79,0	87,9	2491,5	1342,1
	T4	17,8	32,4	18,0	80,2	89,3	2964,0	1475,1
3	T1	11,6	36,6	20,7	77,7	79,6	2855,5	1505,9
	T2	12,2	35,8	20,0	81,7	87,7	2913,1	1529,7
	T4	18,6	39,1	22,9	80,9	90,1	3629,4	1890,9
4	T1	11,1	33,8	18,7	78,6	81,5	2843,4	1537,5
	T2	11,6	33,5	20,1	80,1	83,0	2809,0	1637,9
	T4	18,1	33,8	19,9	84,3	91,4	3336,9	1809,4
5	T1	10,2	40,9	26,0	71,5	78,4	2636,4	1580,8
	T2	10,7	41,1	26,0	73,3	81,5	2687,3	1679,9
	T4	17,2	39,7	25,2	81,1	87,3	3472,5	2060,6
6	T1	12,1	39,1	23,4	72,4	77,6	2646,0	1554,1
	T2	12,6	37,9	24,1	76,7	84,0	2714,4	1645,9
	T4	19,1	40,7	23,2	76,1	86,3	3422,4	1778,9
7	T1	14,4	36,8	19,1	75,3	83,6	3297,8	1589,2
	T2	15,0	35,3	18,5	80,1	93,1	3479,2	1656,5
	T4	21,4	35,8	20,2	81,1	95,2	3599,4	1805,4
8	T1	10,6	41,6	24,5	69,6	75,7	2897,3	1673,6
	T2	11,1	39,9	22,3	70,4	79,6	2909,0	1592,8
	T4	17,6	40,9	26,2	74,0	84,8	3435,7	2128,7
9	T1	11,1	33,8	19,8	72,2	74,2	2367,4	1311,9
	T2	11,6	32,5	20,4	72,8	78,2	2380,9	1408,7
	T4	18,1	37,1	23,2	69,6	77,1	3228,2	1901,0
10	T1	10,1	37,4	21,2	73,6	75,6	2983,2	1546,3
	T2	10,6	35,9	20,5	77,2	81,3	2918,7	1520,7
	T4	17,1	38,5	22,3	78,0	88,6	3911,7	1922,8
11	T1	8,9	37,1	23,0	76,8	78,5	2655,2	1627,9
	T2	9,4	37,2	24,0	77,1	82,0	2725,5	1747,6
	T4	15,9	36,3	34,7	74,0	76,7	3638,0	2950,6
12	T1	15,4	34,7	21,7	79,2	79,8	2923,3	1809,3
	T2	15,8	35,5	21,5	79,7	81,3	3101,7	1825,5
	T4	22,4	37,7	23,0	77,5	81,8	3180,3	1872,9
13	T1	10,4	38,7	23,7	71,4	74,1	2797,1	1727,9
	T2	11,0	38,4	22,0	71,6	76,1	2827,3	1611,4
	T4	17,4	38,6	23,5	74,6	80,8	3391,5	2009,7
14	T1	12,4	48,8	28,3	69,5	73,5	3345,8	1844,3
	T2	12,9	48,4	26,8	71,9	82,1	3397,0	1816,7
	T4	19,4	50,5	28,4	70,0	80,4	3832,6	1906,8
15	T1	12,4	34,4	19,1	70,6	82,9	2686,0	1457,1
	T2	13,0	35,1	20,9	70,8	78,1	2928,5	1703,1
	T4	19,4	37,1	21,4	70,7	73,9	3237,7	1909,4
16	T1	13,8	37,0	22,0	79,5	79,0	2790,5	1577,4
	T2	14,3	38,0	22,1	79,7	80,4	2743,5	1525,1
	T4	20,8	38,3	21,7	84,8	87,5	3258,3	1730,5
17	T1	10,8	44,7	28,3	66,5	77,2	2529,3	1515,8
	T2	11,2	44,1	29,3	69,7	81,3	2749,5	1690,6
	T4	17,8	44,4	28,6	74,0	83,0	3318,3	1949,0
MW	T1	11,7	38,0	22,4	73,8	78,0	2786,7	1567,8
SD			4,4	3,3	3,8	3,0	268,9	159,7
MW	T2	12,2	37,6	22,5	75,7	82,2	2860,1	1630,0
SD			4,2	3,1	4,0	4,1	274,7	134,0
MW	T4	18,7	38,8	24,0	77,4	85,0	3435,3	1952,2
SD			4,1	4,0	5,0	5,9	241,0	298,6

Tabelle A 7a: Untersuchung von 21 weiblichen Patienten der Herbst-Gruppe: Lineare Variablen.
(Patienten 1 – 12, T1: Behandlungsbeginn; T2: nach ½-jähriger Beh.; T3: 3 Jahre nach
Behandlungsende; T4: 6½ Jahre nach Behandlungsende)

Patient	T	Alter [Jahre]	BaSp [mm]	BaGn [mm]	SpGn [mm]	BaA [mm]	BaB [mm]	AB [mm]
1	T1	11,7	92,1	92,5	63,6	87,4	93,9	38,8
	T2	12,1	92,1	93,9	64,5	87,4	95,8	40,7
	T3	15,1	94,4	107,9	67,3	90,2	99,1	42,1
	T4	17,1	96,3	109,3	67,3	92,1	100,0	42,1
2	T1	12,0	98,1	103,3	57,0	85,5	96,3	29,0
	T2	12,7	100,0	106,5	60,3	95,3	98,6	32,2
	T3	15,5	103,3	111,2	60,3	99,1	102,8	33,2
	T4	20,1	104,2	111,7	61,2	99,5	103,3	34,1
3	T1	11,3	92,5	92,5	65,0	86,4	88,3	35,5
	T2	11,9	92,5	97,2	66,8	86,4	92,1	37,4
	T3	14,8	96,3	102,8	69,2	91,1	96,7	39,7
	T4	20,3	97,7	102,8	69,2	91,1	97,2	39,7
4	T1	13,2	97,2	104,7	62,6	93,0	96,7	35,0
	T2	13,8	95,3	106,5	64,5	93,0	99,1	38,3
	T3	16,9	95,3	107,9	64,5	93,0	100,0	38,3
	T4	18,9	97,2	108,9	64,5	93,9	100,0	38,3
5	T1	11,4	97,2	98,1	55,6	92,1	93,0	30,8
	T2	12,0	97,2	100,0	56,5	92,5	95,8	33,6
	T3	16,0	100,0	105,6	60,3	95,3	99,1	34,1
	T4	18,0	100,0	107,0	60,3	95,3	100,5	34,1
6	T1	12,1	95,3	98,6	65,4	90,2	89,3	36,4
	T2	12,7	95,3	101,9	67,3	90,7	91,1	38,8
	T3	15,7	97,2	104,7	70,6	92,5	93,9	41,1
	T4	18,7	100,9	106,1	70,6	95,3	96,3	41,1
7	T1	12,9	89,7	89,7	58,9	85,0	83,2	34,6
	T2	13,6	92,5	92,1	62,1	87,4	86,0	36,9
	T3	16,6	92,5	96,7	62,6	87,9	89,7	37,9
	T4	18,8	92,5	97,2	63,1	87,9	90,2	38,3
8	T1	12,1	86,0	89,3	54,2	82,7	82,7	31,3
	T2	12,7	88,3	95,3	57,5	84,1	89,7	35,0
	T3	15,7	90,7	99,5	57,5	86,9	92,5	35,5
	T4	18,5	91,6	99,5	59,8	87,9	92,5	36,0
9	T1	11,6	97,2	98,6	63,6	92,1	92,1	35,5
	T2	12,2	97,7	101,4	66,4	92,1	94,4	37,9
	T3	15,3	100,9	105,1	66,8	95,3	97,2	38,8
	T4	19,2	100,9	106,5	66,8	95,8	98,1	38,8
10	T1	11,8	93,5	92,1	61,7	88,8	86,0	35,0
	T2	12,6	94,4	96,7	64,0	89,7	90,7	36,9
	T3	15,5	94,4	98,6	66,8	89,7	91,6	40,7
	T4	18,5	96,3	100,0	68,2	91,1	93,0	41,6
11	T1	12,6	95,8	100,9	64,0	90,7	91,1	34,1
	T2	13,3	94,9	102,3	65,9	88,8	91,6	36,0
	T3	16,3	95,3	105,6	68,2	89,3	93,0	36,9
	T4	20,3	97,7	107,9	69,2	91,1	95,3	37,9
12	T1	12,3	91,6	100,0	55,1	86,9	87,9	28,5
	T2	12,9	91,6	103,7	58,4	86,9	92,1	32,7
	T3	15,9	93,5	103,7	58,4	88,8	92,5	31,8
	T4	18,9	95,3	105,1	58,9	90,2	93,5	32,7

ANHANG

Tabelle A 7b: Untersuchung von 21 weiblichen Patienten der Herbst-Gruppe: Lineare Variablen.
(Patienten 13 – 21; T1: Behandlungsbeginn; T2: nach ½-jähriger Beh.; T3: 3 Jahre nach
Behandlungsende; T4: 6½Jahre nach Behandlungsende)

Patient	T	Alter [Jahre]	BaSp [mm]	BaGn [mm]	SpGn [mm]	BaA [mm]	BaB [mm]	AB [mm]
13	T1	10,8	85,0	90,2	55,6	81,8	82,7	29,0
	T2	11,4	85,0	93,0	58,4	81,8	85,0	30,8
	T3	14,4	89,3	96,7	60,7	85,0	88,3	32,7
	T4	18,5	89,7	98,1	62,6	86,0	89,7	33,6
14	T1	11,1	95,8	95,8	61,2	92,1	90,2	29,0
	T2	11,5	95,8	97,7	62,6	92,1	93,9	31,3
	T3	14,6	100,0	105,1	66,4	95,3	97,7	33,2
	T4	19,4	100,0	105,6	67,3	95,3	97,7	33,6
15	T1	11,4	100,5	98,1	55,1	96,7	94,9	29,9
	T2	12,0	100,5	104,2	55,1	96,7	101,4	31,8
	T3	16,0	106,5	107,5	56,1	101,9	104,2	31,8
	T4	19,1	107,5	111,2	57,5	103,3	107,0	33,2
16	T1	13,1	95,3	94,4	64,0	90,7	91,1	38,8
	T2	13,7	95,3	98,6	66,4	90,7	94,9	43,0
	T3	16,7	98,1	101,9	67,8	94,4	99,1	43,0
	T4	18,8	98,1	101,9	69,6	94,9	99,1	43,0
17	T1	11,0	95,8	104,7	58,9	93,0	95,3	32,7
	T2	11,5	96,3	106,1	61,2	93,0	97,7	33,2
	T3	15,6	100,0	109,8	64,5	97,2	100,0	35,5
	T4	18,7	102,8	113,6	67,3	99,1	102,3	37,9
18	T1	10,2	94,9	93,9	53,7	92,5	91,6	29,0
	T2	10,8	96,3	98,1	57,5	93,5	96,3	32,7
	T3	13,9	98,1	103,7	58,4	94,9	99,1	32,7
	T4	16,9	98,1	105,1	58,9	95,3	100,0	32,7
19	T1	14,7	95,8	102,8	57,0	92,5	94,4	29,4
	T2	15,4	96,3	107,0	59,3	92,5	99,1	32,7
	T3	19,4	97,2	107,5	60,3	93,5	99,5	32,7
	T4	21,3	99,1	108,4	60,7	94,9	99,5	32,7
20	T1	12,8	89,3	93,9	61,2	84,6	86,9	31,8
	T2	13,4	91,6	98,1	63,6	86,9	91,6	34,1
	T3	16,4	91,6	98,1	64,5	86,9	91,6	35,0
	T4	22,4	91,6	101,9	64,5	87,4	94,4	35,0
21	T1	11,5	93,0	98,6	67,8	89,3	90,7	37,4
	T2	12,1	93,9	100,9	71,5	89,7	93,0	41,1
	T3	15,1	95,8	104,7	72,9	91,6	95,3	43,0
	T4	17,1	95,8	104,7	73,4	91,6	95,3	43,0
MW	T1	12,0	93,9	96,8	60,1	89,2	90,4	32,9
SD			3,9	4,9	4,3	3,9	4,3	3,5
MW	T2	12,6	94,4	100,1	62,4	90,1	93,8	35,6
SD			3,6	4,6	4,3	3,7	4,2	3,5
MW	T3	15,8	96,7	104,0	64,0	92,4	96,3	36,6
SD			4,2	4,2	4,7	4,3	4,3	3,8
MW	T4	19,0	97,8	105,4	64,8	93,3	97,4	37,1
SD			4,3	4,5	4,5	4,3	4,3	3,6

Tabelle A 8a: Untersuchung von 21 weiblichen Patienten der Herbst-Gruppe: Anguläre und Flächenvariablen. (Patienten 1 – 12; T1: Behandlungsbeginn; T2: nach ½-jähriger Beh.; T3: 3 Jahre nach Behandlungsende; T4: 6½Jahre nach Behandlungsende)

Patient	T	Alter [Jahre]	α [°]	ϕ [°]	γ [°]	ψ [°]	KBA [mm ²]	ABA [mm ²]
1	T1	11,7	40,3	24,4	70,3	87,3	2753,2	1692,7
	T2	12,1	40,6	25,1	71,3	89,1	2811,1	1776,0
	T3	15,1	38,1	25,1	81,9	89,3	3144,3	1896,3
	T4	17,1	37,5	24,9	81,8	88,2	3206,0	1934,8
2	T1	12,0	32,8	17,1	78,6	103,0	2741,8	1207,0
	T2	12,7	33,7	19,0	79,1	86,2	2959,5	1533,5
	T3	15,5	32,4	18,8	81,1	87,0	3075,0	1641,1
	T4	20,1	32,7	19,3	80,4	86,6	3144,6	1694,6
3	T1	11,3	41,1	23,4	69,5	81,2	2813,7	1517,2
	T2	11,9	41,2	23,9	73,2	86,5	2959,0	1612,8
	T3	14,8	40,5	24,2	74,8	85,8	3212,9	1804,9
	T4	20,3	40,3	24,1	73,9	86,6	3244,2	1806,4
4	T1	13,2	35,9	21,2	78,6	85,4	2982,7	1624,3
	T2	13,8	36,7	22,7	81,1	87,6	3036,9	1780,0
	T3	16,9	36,3	22,5	82,6	89,1	3047,7	1781,4
	T4	18,9	35,9	22,5	82,0	87,7	3103,2	1798,0
5	T1	11,4	33,1	19,2	74,4	82,1	2602,7	1406,2
	T2	12,0	33,3	20,5	76,1	85,2	2667,1	1551,1
	T3	16,0	34,0	20,1	78,1	86,1	2949,5	1622,2
	T4	18,0	33,6	19,8	79,6	88,6	2964,2	1625,4
6	T1	12,1	39,4	23,4	73,0	76,8	2982,0	1600,5
	T2	12,7	39,7	24,6	75,4	78,4	3103,4	1721,8
	T3	15,7	40,7	25,5	75,3	79,2	3317,6	1868,5
	T4	18,7	39,8	24,8	74,0	78,9	3423,9	1923,2
7	T1	12,9	38,3	23,7	70,8	75,1	2495,0	1421,1
	T2	13,6	39,4	24,6	69,9	75,6	2700,3	1562,2
	T3	16,6	38,6	24,6	74,4	80,5	2789,4	1639,7
	T4	18,8	38,7	24,8	74,6	81,0	2814,1	1662,4
8	T1	12,1	36,0	21,8	75,3	79,1	2254,1	1271,4
	T2	12,7	36,2	23,0	78,5	87,5	2487,5	1472,6
	T3	15,7	34,8	22,6	81,1	87,6	2573,8	1542,0
	T4	18,5	36,2	22,8	79,2	85,9	2690,3	1576,4
9	T1	11,6	37,9	22,2	72,3	78,9	2941,6	1603,9
	T2	12,2	38,9	23,4	73,6	81,8	3108,4	1724,3
	T3	15,3	37,8	23,2	74,5	81,1	3250,1	1826,4
	T4	19,2	37,5	23,0	75,8	81,9	3269,8	1839,0
10	T1	11,8	38,8	23,1	69,4	74,0	2697,3	1495,3
	T2	12,6	39,1	23,6	72,4	79,6	2880,2	1628,9
	T3	15,5	40,4	25,9	73,2	79,6	3018,6	1793,9
	T4	18,5	40,6	26,1	72,6	79,5	3134,0	1862,9
11	T1	12,6	37,9	21,6	75,4	80,0	2967,6	1522,5
	T2	13,3	38,8	22,9	76,7	82,9	3041,8	1585,1
	T3	16,3	39,3	23,3	78,5	84,1	3186,8	1638,6
	T4	20,3	38,9	23,3	78,6	84,6	3310,6	1716,9
12	T1	12,3	33,1	18,8	81,9	82,5	2499,7	1228,1
	T2	12,9	34,1	20,8	84,4	88,5	2662,3	1421,0
	T3	15,9	34,0	20,0	82,7	86,6	2707,5	1408,2
	T4	18,9	33,7	20,4	82,3	85,4	2781,2	1470,3

ANHANG

Tabelle A 8b: Untersuchung von 21 weiblichen Patienten der Herbst-Gruppe: Anguläre und Flächenvariablen.
(Patienten 13 – 21; T1: Behandlungsbeginn; T2: nach ½-jähriger Beh.; T3: 3 Jahre nach Behandlungsende; T4: 6½Jahre nach Behandlungsende)

Patient	T	Alter [Jahre]	α [°]	ϕ [°]	γ [°]	ψ [°]	KBA [mm²]	ABA [mm²]
13	T1	10,8	36,9	20,3	76,6	81,7	2300,3	1172,1
	T2	11,4	38,0	21,2	78,4	85,4	2433,1	1256,9
	T3	14,4	37,9	21,6	77,8	84,8	2649,3	1385,3
	T4	18,5	38,6	21,9	78,0	85,3	2747,3	1441,5
14	T1	11,1	37,3	18,3	71,4	77,2	2778,3	1300,5
	T2	11,5	37,8	19,3	72,7	83,7	2864,1	1432,4
	T3	14,6	37,6	19,7	75,4	84,1	3210,4	1573,0
	T4	19,4	38,1	20,0	75,5	83,9	3257,0	1594,6
15	T1	11,4	32,2	17,9	71,6	77,5	2627,7	1412,1
	T2	12,0	31,2	18,3	78,1	89,2	2710,9	1536,7
	T3	16,0	30,4	17,7	75,7	85,3	2895,0	1613,1
	T4	19,1	30,4	18,0	78,4	87,4	3025,5	1711,3
16	T1	13,1	39,4	24,6	69,5	78,4	2858,0	1721,8
	T2	13,7	40,0	26,7	72,7	82,1	3019,1	1930,3
	T3	16,7	39,6	25,5	73,2	83,3	3182,7	2015,2
	T4	18,8	40,7	25,5	72,5	82,7	3258,8	2022,6
17	T1	11,0	33,8	20,0	81,4	84,1	2788,4	1512,7
	T2	11,5	34,8	19,8	81,4	88,1	2913,2	1541,7
	T3	15,6	35,4	20,7	80,6	84,1	3181,3	1716,8
	T4	18,7	35,8	21,6	80,8	84,1	3414,7	1864,8
18	T1	10,2	33,1	18,1	72,5	79,1	2431,0	1316,2
	T2	10,8	34,4	19,8	74,6	85,0	2667,0	1522,6
	T3	13,9	33,5	19,3	78,5	87,7	2808,7	1550,1
	T4	16,9	33,4	19,1	79,8	88,6	2843,4	1558,6
19	T1	14,7	33,1	18,1	80,2	84,6	2690,8	1355,8
	T2	15,4	33,4	19,3	83,3	91,7	2836,7	1512,5
	T3	19,4	33,8	19,2	82,5	91,0	2904,4	1528,3
	T4	21,3	33,7	19,2	81,6	88,5	2977,0	1550,9
20	T1	12,8	38,9	21,3	74,7	83,5	2634,4	1335,1
	T2	13,4	38,9	21,8	76,1	86,8	2825,0	1480,2
	T3	16,4	39,6	22,4	75,7	86,3	2861,6	1519,9
	T4	22,4	38,5	21,8	79,4	90,4	2902,9	1531,2
21	T1	11,5	41,3	24,0	73,8	80,1	3025,2	1643,5
	T2	12,1	42,9	25,9	73,8	81,5	3224,4	1824,3
	T3	15,1	42,4	26,5	75,3	81,6	3377,9	1947,6
	T4	17,1	42,6	26,5	75,1	81,6	3396,6	1947,6
MW	T1	12,0	36,7	21,1	74,3	81,5	2707,9	1445,7
SD			3,0	2,4	4,0	6,0	221,7	165,3
MW	T2	12,6	37,3	22,2	76,3	84,9	2852,9	1590,8
SD			3,1	2,5	4,0	4,0	206,4	156,6
MW	T3	15,8	37,0	22,3	77,8	85,0	3016,4	1681,5
SD			3,2	2,7	3,3	3,3	227,3	172,8
MW	T4	19,0	37,0	22,4	77,9	85,1	3090,9	1720,7
SD			3,2	2,5	3,2	3,2	231,1	170,2

Tabelle A 9a: Untersuchung von 15 männliche Patienten der Herbst-Gruppe: Lineare Variablen.
(Patienten 1 – 9; T1: Behandlungsbeginn; T2: nach ½-jähriger Beh.; T3: 3 Jahre
nach Behandlungsende; T4: 6½Jahre nach Behandlungsende)

Patient	T	Alter [Jahre]	BaSp [mm]	BaGn [mm]	SpGn [mm]	BaA [mm]	BaB [mm]	AB [mm]
1	T1	12,8	100,5	100,5	58,9	97,7	96,7	33,6
	T2	13,3	100,9	106,5	60,7	98,1	101,9	36,0
	T3	15,6	102,8	109,3	66,8	98,6	103,3	39,7
	T4	19,1	106,1	112,1	67,3	103,3	107,9	41,1
2	T1	11,9	92,1	94,9	56,5	90,2	90,2	32,2
	T2	12,4	92,5	99,1	57,0	94,4	94,4	33,2
	T3	14,9	100,9	110,7	63,6	97,2	102,3	36,0
	T4	18,9	107,9	115,4	68,7	107,0	107,0	36,0
3	T1	12,1	88,3	93,5	71,5	87,4	87,4	43,9
	T2	12,6	86,9	96,3	72,9	88,8	90,2	46,3
	T3	15,1	96,3	107,9	75,7	92,1	99,1	44,9
	T4	19,1	99,1	112,1	75,7	97,7	102,8	42,5
4	T1	13,8	99,5	96,3	55,6	98,6	93,5	31,3
	T2	14,3	101,9	99,1	57,0	101,9	97,7	32,2
	T3	16,8	110,3	104,7	63,1	102,8	102,3	32,2
	T4	20,9	112,6	106,5	64,0	113,1	115,0	32,2
5	T1	12,6	107,9	105,6	57,5	103,3	102,3	29,4
	T2	13,1	109,8	110,7	58,9	104,7	106,5	33,2
	T3	15,6	110,7	115,4	59,8	104,7	106,5	29,9
	T4	19,3	113,6	117,8	60,3	108,4	109,8	29,0
6	T1	12,8	96,7	92,5	69,2	92,5	87,9	38,3
	T2	13,2	97,2	96,3	69,2	90,7	89,7	37,4
	T3	16,2	104,2	103,3	76,2	94,9	95,8	39,3
	T4	20,2	105,6	108,4	77,1	100,0	100,5	40,2
7	T1	12,1	94,9	98,1	58,9	94,4	93,9	34,6
	T2	12,7	95,3	98,6	60,3	93,0	94,4	36,4
	T3	15,1	97,2	106,5	61,7	93,0	97,2	36,4
	T4	19,2	107,0	113,1	65,4	104,7	104,7	37,4
8	T1	12,4	99,1	100,9	57,0	97,7	96,7	30,8
	T2	12,9	97,2	104,7	61,2	96,3	100,0	34,6
	T3	15,5	102,3	111,7	62,6	98,6	105,6	34,6
	T4	18,5	105,6	117,3	63,1	104,2	109,8	33,2
9	T1	12,4	92,1	94,9	55,1	88,3	89,3	31,3
	T2	12,9	92,1	96,7	57,0	88,3	90,7	32,7
	T3	15,4	96,3	109,3	61,7	92,5	99,1	36,0
	T4	19,4	100,0	111,2	63,6	96,3	94,4	36,9

ANHANG

Tabelle A 9b: Untersuchung von 15 männliche Patienten der Herbst-Gruppe: Lineare Variablen
(Patienten 10 – 15; T1: Behandlungsbeginn; T2: nach ½-jähriger Beh.; T3: 3 Jahre nach
Behandlungsende; T4: 6½Jahre nach Behandlungsende)

Patient	T	Alter [Jahre]	BaSp [mm]	BaGn [mm]	SpGn [mm]	BaA [mm]	BaB [mm]	AB [mm]
10	T1	12,8	93,9	93,5	63,6	90,2	89,7	39,3
	T2	13,3	94,9	97,2	63,1	91,6	92,5	37,4
	T3	15,9	96,3	100,0	67,3	93,0	94,9	41,6
	T4	19,9	104,7	108,4	70,1	100,9	102,8	41,6
11	T1	10,2	98,1	97,7	64,5	95,8	93,0	38,8
	T2	10,7	98,1	100,0	66,4	95,3	97,7	41,1
	T3	13,8	99,1	110,3	70,1	95,8	100,9	40,7
	T4	17,7	101,9	111,2	70,1	98,6	102,3	40,7
12	T1	11,9	96,7	98,1	58,4	94,9	93,0	34,1
	T2	12,4	98,6	103,3	58,9	95,3	96,7	34,6
	T3	14,9	102,8	109,3	64,5	97,2	101,9	35,5
	T4	19,0	107,9	113,1	65,4	104,2	107,0	35,5
13	T1	13,0	98,1	98,1	60,3	95,3	95,3	36,4
	T2	13,5	97,7	103,7	64,5	93,5	99,1	42,1
	T3	16,1	102,8	112,1	64,5	98,6	104,2	36,4
	T4	19,0	102,8	110,3	64,0	97,7	103,3	36,4
14	T1	12,3	88,3	87,9	54,7	85,5	85,0	31,8
	T2	12,8	89,7	92,1	56,1	86,4	88,3	33,2
	T3	15,4	95,3	100,9	61,7	91,6	93,5	32,2
	T4	20,8	95,3	100,9	62,6	91,6	93,5	32,7
15	T1	13,3	92,1	94,4	61,2	88,8	88,8	32,7
	T2	13,8	92,1	94,4	63,6	86,0	88,3	36,9
	T3	16,9	91,6	104,7	63,6	89,7	94,9	33,2
	T4	18,4	90,7	105,1	63,6	89,7	94,9	33,2
MW	T1	12,4	95,9	96,4	60,2	93,4	92,2	34,6
SD			5,1	4,2	5,0	4,9	4,5	4,0
MW	T2	12,9	96,3	99,9	61,8	93,6	95,2	36,5
SD			5,6	5,0	4,9	5,3	5,4	4,0
MW	T3	15,5	100,6	107,8	65,5	96,0	100,1	36,6
SD			5,4	4,3	5,0	4,2	4,2	4,0
MW	T4	19,3	104,0	110,9	66,7	101,2	103,7	36,6
SD			6,1	4,5	4,8	6,2	6,1	4,0

Tabelle A 10a: Untersuchung von 15 männliche Patienten der Herbst-Gruppe: Anguläre und Flächenvariablen. (Patienten 1 – 9; T1: Behandlungsbeginn; T2: nach ½-jähriger Beh.; T3: 3 Jahre nach Behandlungsende; T4: 6½ Jahre nach Behandlungsende)

Patient	T	Alter [Jahre]	α [°]	ϕ [°]	γ [°]	ψ [°]	KBA [mm ²]	ABA [mm ²]
1	T1	12,8	34,1	19,9	73,0	78,5	2827,9	1609,8
	T2	13,3	33,9	20,6	78,1	85,6	3000,0	1760,1
	T3	15,6	36,6	22,5	77,1	85,4	3347,5	1951,7
	T4	19,1	35,8	22,3	77,0	85,2	3477,9	2116,0
2	T1	11,9	35,2	20,6	75,1	79,7	2515,3	1430,5
	T2	12,4	34,4	20,2	79,1	79,9	2589,7	1541,5
	T3	14,9	34,5	20,6	81,2	87,8	3169,6	1747,3
	T4	18,9	35,6	19,4	78,1	80,3	3628,2	1897,8
3	T1	12,1	46,2	29,1	70,7	75,4	2979,4	1857,6
	T2	12,6	46,6	29,9	73,5	76,7	3037,3	1998,6
	T3	15,1	43,0	26,8	76,7	85,3	3546,3	2057,9
	T4	19,1	41,4	24,3	78,6	84,6	3675,6	2067,4
4	T1	13,8	32,9	18,5	70,3	71,4	2605,3	1463,0
	T2	14,3	32,9	18,4	70,8	73,4	2742,8	1573,7
	T3	16,8	34,0	18,1	68,1	80,1	3227,9	1632,9
	T4	20,9	33,8	16,2	67,9	85,2	3339,4	1816,6
5	T1	12,6	31,2	16,5	72,2	80,0	2952,9	1496,9
	T2	13,1	31,0	18,0	75,4	84,2	3128,4	1727,4
	T3	15,6	30,6	16,2	79,0	85,4	3251,6	1560,2
	T4	19,3	30,1	15,2	78,8	85,1	3357,2	1564,8
6	T1	12,8	42,8	24,4	65,4	71,0	3040,2	1675,8
	T2	13,2	41,9	23,9	68,3	76,6	3123,5	1648,6
	T3	16,2	43,1	23,8	67,8	79,5	3674,6	1830,3
	T4	20,2	42,2	23,1	70,8	79,1	3845,8	1973,0
7	T1	12,1	35,5	21,2	75,3	78,7	2701,1	1600,2
	T2	12,7	36,2	22,4	74,9	81,0	2773,6	1673,6
	T3	15,1	34,9	22,0	80,9	85,5	2959,7	1689,5
	T4	19,2	34,4	20,6	77,9	79,7	3422,1	1925,1
8	T1	12,4	33,1	18,2	75,2	79,2	2730,7	1479,2
	T2	12,9	35,1	20,2	79,2	86,0	2921,8	1660,3
	T3	15,5	33,7	19,1	81,4	92,0	3167,8	1703,7
	T4	18,5	32,3	17,6	84,1	90,8	3313,3	1728,5
9	T1	12,4	34,3	20,3	75,6	81,5	2458,8	1367,5
	T2	12,9	35,0	21,0	77,0	83,5	2556,4	1435,2
	T3	15,4	34,2	21,3	84,6	89,6	2955,7	1664,5
	T4	19,4	34,5	22,3	82,5	76,0	3150,0	1724,0

ANHANG

Tabelle A 10b: Untersuchung von 15 männlichen Patienten der Herbst-Gruppe: Anguläre und Flächenvariablen (Patienten 10 – 15; T1: Behandlungsbeginn; T2: nach ½jähriger Beh.; T3: 3 Jahre nach Behandlungsende; T4: 6½Jahre nach Behandlungsende)

Patient	T	Alter [Jahre]	α [°]	φ [°]	γ [°]	ψ [°]	KBA [mm²]	ABA [mm²]
10	T1	12,8	39,6	25,2	69,8	76,7	2800,6	1722,8
	T2	13,3	38,3	23,4	72,8	79,7	2858,9	1684,3
	T3	15,9	40,0	25,6	73,0	79,7	3096,7	1902,7
	T4	19,9	38,4	23,5	73,7	80,8	3521,1	2071,6
11	T1	10,2	38,5	23,7	70,4	74,1	2980,3	1786,8
	T2	10,7	39,1	24,6	72,0	80,9	3095,7	1935,3
	T3	13,8	38,7	23,7	79,4	85,3	3412,2	1940,6
	T4	17,7	38,1	23,2	78,2	83,5	3494,7	1991,5
12	T1	11,9	34,9	20,9	73,9	76,5	2713,9	1573,0
	T2	12,4	33,8	20,7	77,4	81,9	2833,3	1631,8
	T3	14,9	35,2	20,4	77,9	87,3	3241,5	1723,9
	T4	19,0	34,3	19,3	77,1	84,8	3442,3	1842,8
13	T1	13,0	35,8	22,0	72,1	79,0	2814,7	1705,2
	T2	13,5	37,2	25,0	76,5	85,0	3062,3	1957,7
	T3	16,1	34,6	20,5	80,7	88,5	3270,8	1796,2
	T4	19,0	34,7	20,7	79,0	88,4	3230,5	1779,1
14	T1	12,3	36,2	21,5	71,5	78,4	2288,9	1331,1
	T2	12,8	35,9	21,9	74,3	82,2	2421,9	1421,0
	T3	15,4	36,5	20,0	76,7	83,3	2861,2	1466,3
	T4	20,8	37,1	20,3	76,3	83,1	2900,1	1487,0
15	T1	13,3	38,3	21,2	72,9	79,4	2693,2	1427,2
	T2	13,8	39,8	24,4	72,1	81,3	2783,0	1569,0
	T3	16,9	37,0	20,5	82,7	88,5	2887,0	1487,9
	T4	18,4	37,0	20,5	84,0	88,5	2864,9	1487,9
MW	T1	12,4	36,6	21,5	72,2	77,3	2740,2	1568,4
SD			4,0	3,1	2,8	3,1	211,0	157,7
MW	T2	12,9	36,7	22,3	74,8	81,2	2861,9	1681,2
SD			3,9	3,0	3,2	3,6	220,0	174,5
MW	T3	15,5	36,4	21,4	77,8	85,5	3204,7	1743,7
SD			3,5	2,8	4,9	3,7	233,7	172,4
MW	T4	19,3	36,0	20,6	77,6	83,7	3377,5	1831,5
SD			3,2	2,7	4,4	4,0	266,2	204,6

DANKSAGUNG

An erster Stelle danke ich Herrn Prof. Dr. H. Pancherz für die freundliche Überlassung des Themas, die hervorragende Betreuung und die unermüdliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn H. Bethge danke ich für die computergestützte Bearbeitung von Zeichnungen.

Besonders aber möchte ich an dieser Stelle meinem Mann Dipl.-Ing. Ulrich Kötter danken, der durch seine unermüdliche Unterstützung, Geduld und Ausdauer, insbesondere in Computerkrisen, zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

LEBENS LAUF

19.08.1969	geboren als zweites Kind der Eheleute Helene und Dr. Gerhard Jelitte in Essen / NRW
13.06.1988	Allgemeine Hochschulreife, Ernst-Meister-Gymnasium Hagen-Haspe
1988 - 1990	Ausbildung zur medizinisch-technischen Radiologie-Assistentin an der staatl. anerk. Lehranstalt, Wuppertal
12.06.1990	<u>Abschluß</u> : Staatsexamen
01.07.1990 - 30.11.1990	Arbeitsverhältnis im Allgemeinen Krankenhaus der Stadt Hagen, Radiologische Abteilung
Oktober 1990 - April 1994	Studium der Humanmedizin, Freie Universität Berlin
01.01.1991 – 31.01.1994	Teilzeit-Arbeitsverhältnis im Hubertus-Krankenhaus Berlin-Nikolassee, Radiologische Abteilung
April 1994 - April 1999	Studium der Zahnmedizin an der Justus-Liebig Universität Gießen
23.04. 1999	<u>Abschluß</u> : Staatsexamen
02.06. 1999	Erteilung der Approbation als Zahnärztin
02.08.1999	Geburt meiner Tochter Lara Marleen